



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ZDRAVOTNĚ TECHNICKÉ A PLYNOVODNÍ
INSTALACE V POLYFUNKČNÍM DOMĚ
SANITATION INSTALLATIONS AND GAS INSTALLATIONS IN THE
MULTIFUNCTIONAL BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. Tomáš Kousal

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Ing. Tomáš Kousal
Název	Zdravotně technické a plynovodní instalace v polyfunkčním domě
Vedoucí práce	Ing. Jakub Vrána, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami a normami) pro navrhování zařízení techniky staveb a bude obsahovat:

A. Analýzu tématu, cíle a metody řešení

Analýzu zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Řešení využívající výpočetní techniku

B. Aplikaci tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.

C. Technické řešení vybrané varianty

Technické realizační řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jakub Vrána, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce řeší problematiku zdravotně technických a plynovodních instalací novostavby polyfunkčního domu v Kroměříži. Teoretická část se zaměřuje na analýzu tématu. Podrobně popisuje možnosti hospodaření se srážkovými vodami a porovnává principy návrhu dle platných norem a předpisů. Projektová část řeší zdravotně technické a plynovodní instalace na zadané budově ve vybrané variantě.

Klíčová slova

Polyfunkční dům, zdravotně technické instalace, splašková kanalizace, dešťová kanalizace, retenční nádrž, vsakovací zařízení, zpětné využívání srážkové vody, vodovod, příprava teplé vody, plynovod.

Abstract

The master thesis deals with sanitation installations and gas installations in the new multifunctional building situated in Kroměříž. The theoretical part is focused on analysis of the topic. It describes in detail possibilities of rainwater management and it compares its design by both valid standards and valid regulations. Technical part solves sanitation installations and gas installations of assigned building with the chosen option.

Keywords

Mixed-use building, sanitary installations, sanitary sewer, stormwater sewer, retention basin, infiltration drainage, re-use of rainwater, water supply, hot water preparation, gas installations.

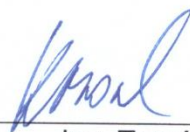
Bibliografická citace VŠKP

Ing. Tomáš Kousal *Zdravotně technické a plynovodní instalace v polyfunkčním domě*. Brno, 2018. 174 s., 35 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jakub Vrána, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 7. 1. 2018



Ing. Tomáš Kousal
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 7. 1. 2018



Ing. Tomáš Kousal
autor práce

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Jakubovi Vránovi, Ph. D. za trpělivost, odborné vedení a cenné rady a zkušenosti, které mi pomohly při vypracování závěrečné práce.

Úvod

Diplomová práce je zaměřena na vypracování řešení ZTI a plynovodních instalací polyfunkčního domu. Je řešen odvod odpadních vod z objektu, zásobování objektu pitnou a provozní vodou a přívod zemního plynu ke zdroji vytápění. Práce je rozdělena na 4 na sebe navazující části.

Část A je zaměřena na analýzu tématu, cíle a metody řešení. Součástí je teoretická část, která zpracovává problematiku navrhování retenčních nádrží dle platných norem a hospodaření se srážkovými vodami. Cílem práce je ukázat na možnosti využívání srážkové vody v budovách s ohledem na moderní technologii a na kvalitu spadených srážek. Kvalita srážek a množství znečištění je v tomto případě stěžejní při volbě koncových zařizovacích předmětů a návrhu filtračního zařízení. Dále jsou v této části popsány metody návrhu dle platných norem a výsledky jsou následně srovnány.

Část B aplikuje teorii na budovu. Jsou řešeny varianty návrhu vsakovacího zařízení v závislosti na provedeném inženýrsko-geologickém průzkumu a varianty řešení rozvodů provozní vody v souvislosti s napojením na koncové zařizovací předměty.

Část C se zabývá technickým řešením vybrané varianty a s tím souvisejícími výpočty pro vypracování projektové dokumentace.

Část D tvoří projektová dokumentace zdravotně technických a plynovodních instalací objektu včetně výkresové dokumentace a technické zprávy.

Obsah

ÚVOD	9
OBSAH	10
A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ	14
A1. Analýza zadaného tématu, normové a legislativní požadavky	15
A.1.1. Analýza zadaného tématu práce	15
A.1.2. Normové a legislativní podklady	16
A.1.3. Normové podklady pro zdravotně technické instalace	16
A2. Cíl práce, zvolené metody řešení	18
A3. Aktuální technická řešení v praxi	18
A4. Teoretické řešení	19
A.4.1. Srážková voda v České republice	19
A.4.2. Kvalita srážkové vody	21
A.4.3. Legislativa	22
A.4.4. Využití srážkových vod	23
A.4.5. Hospodaření se srážkovou vodou	25
A.4.5.1. Vsakování	25
A.4.5.2. Akumulace	27
A.4.5.3. Kombinované způsoby	27
A.4.6. Čištění srážkové vody	28
A.4.7. Čerpací systém na dešťovou vodu	29
A.4.8. Rozbor normy TNV 75 9011	30
A.4.8.1. Volba způsobu odvodnění	30
A.4.8.2. Proveditelnost řešení	31
A.4.8.3. Volba technického řešení	31
A.4.8.4. Retenční nádrže se zásobním prostorem	33
A.4.8.5. Dimenzování	33
A.4.9. Rozbor normy ČSN 75 9010	36
A.4.9.1. Geologický průzkum	36
A.4.9.2. Kvalitativní principy návrhu	38
A.4.9.3. Stanovení odstupové vzdálenosti	39
A.4.9.4. Dimenzování vsakovacího zařízení	39
A.4.10. Rozbor normy FprEN 16941-1	41
A.4.10.1. Návrh zařízení	42
A.4.10.2. Retence vody	42
A.4.10.3. Záložní zdroj vody	43
A.4.10.4. Čerpání vody	43
A.4.10.5. Dimenzování	44
	10

A.4.11.	Norma DIN 1989-1	45
A.4.11.1.	Dimenzování	45
A.4.12.	Porovnání zjištěných poznatků	47
B.	APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ	49
B1.	Aplikace tématu na zadané budově – koncepční řešení	50
B.1.1.	Návrh technického řešení kanalizace	50
B.1.2.	Návrh technického řešení vodovodu	50
B2.	Řešení zařízení na likvidaci srážkových vod	51
B.2.1.	VARIANTA I – Likvidace srážkových vod v případě jílovito-hlinité půdy na pozemku	51
B.2.2.	VARIANTA II – Likvidace srážkových vod v případě hlinito-písčité půdy na pozemku	57
B.2.3.	Vyhodnocení navržených variant	61
B.2.4.	Stručná technická zpráva kanalizace	62
B3.	Návrh technického řešení využívání provozní vody	63
B.3.1.	VARIANTA I. – budova bude zásobována pouze pitnou vodou	63
B.3.2.	VARIANTA II. – provozní vodou bude zásobována pouze administrativní část	64
B.3.3.	VARIANTA III. – provozní vodou budou zásobovány všechny zařízení-zovací předměty kromě praček	64
B.3.4.	VARIANTA IV. – řešení zásobování vodou všech možných zařízení-zovacích předmětů	65
B.3.5.	Vyhodnocení navržených variant	66
B.3.6.	Stručná technická zpráva	69
B.3.7.	Výpočty k Variantě II	70
B4.	Dotace Dešťovka	74
B.4.1.	Základní informace o projektu	74
B.4.1.1.	Identifikace zpracovatele odborného posudku	74
B.4.1.2.	Identifikace žadatele	75
B.4.1.3.	Identifikace dotčené nemovitosti	75
B.4.1.4.	Stručný popis objektu	75
B.4.2.	Popis navrhovaného nakládání se srážkovými vodami	75
B.4.3.	Závěr	79
B5.	Ideové řešení profesí TZB	80
B.5.1.	Vytápění	80
B.5.2.	Vzduchotechnika	80
C.	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY	81
C1.	Výpočty související s analýzou zadání a koncepčním řešením instalací v objektu	82
C.1.1.	Bilance potřeby vody	82
C.1.2.	Bilance potřeby teplé vody	83
C.1.3.	Potřeba srážkové vody	84
C.1.4.	Bilance odtoku odpadních vod	85

C.1.5.	Dešťové odpadní vody	85
C.1.6.	Bilance potřeby plynu	86
A5.	Výpočty dílčích instalací	87
C.2.1.	Dimenzování kanalizace	87
D.1.1.2.	Splaškové odpadní vody	87
D.1.1.3.	Dešťové odpadní vody	90
D.1.1.4.		91
C.2.2.	VODOVOD	92
C.2.2.1.	Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu	92
C.2.2.2.	Dimenzování vodovodní přípojky	103
C.2.2.3.	Dimenzování cirkulačního potrubí	104
C.2.2.4.	Návrh přípravy teplé vody	113
C.2.2.5.	Výpočet kompenzačních délek potrubí	115
C.2.2.6.	Výpočet tloušťky tepelné izolace	121
C.2.3.	PLYNOVOD	123
C.2.3.1.	Stanovení redukováných objemů plynu	123
C.2.3.2.	Dimenzování domovního plynovodu	123
C.2.3.3.	Dimenzování plynovodní přípojky	128
C.2.3.4.	Posouzení střední rychlosti proudění	128
C.2.3.5.	Posouzení umístění plynových spotřebičů	129
C.2.4.	Návrh zařízení	129
C.2.4.1.	Návrh přečerpávací stanice na odpadní vody	129
C.2.4.2.	Návrh retenční nádrže	130
C.2.4.3.	Návrh automatické tlakové stanice	134
C.2.4.4.	Návrh filtru srážkových vod	136
C.2.4.5.	Návrh filtrů na výtlačku z AT stanice	137
C.2.4.6.	Návrh ohřívače vody	138
C.2.4.7.	Návrh cirkulačního čerpadla	140
C.2.4.8.	Návrh vodoměrů	142
C.2.4.9.	Návrh plynoměrů	143
C.2.4.10.	Návrh zdroje tepla	143
C3.	Přílohy k části C	147
C.3.1.	Přečerpávací stanice odpadních vod Ama-Drainer-Box	147
C.3.2.	Automatická tlaková stanice WILO AF 150-2 MC 605	148
C.3.3.	Zásobník teplé vody Dražice OK 300 NTR/BP	149
C.3.4.	Cirkulační čerpadlo	150
C.3.5.	Domovní vodoměr ENBRA ALTAIR V3	151
C.3.6.	Bytový vodoměr ENBRA ET I	152
C.3.7.	Plynový kotel BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50	153

D. PROJEKT	154
D1. Technická zpráva	155
D.1.2. ÚVOD	155
D.1.3. BILANCE POTŘEB	155
D.1.3.1. BILANCE POTŘEBY STUDENÉ VODY	155
D.1.3.2. BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY	156
D.1.3.3. BILANCE POTŘEBY SRÁŽKOVÉ VODY	156
D.1.3.4. BILANCE ODTOKU SPLAŠKOVÝCH ODPADNÍCH VOD	156
D.1.3.5. BILANCE ODTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD	156
D.1.4. PŘÍPOJKY	156
D.1.4.1. KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA	156
D.1.4.2. VODOVODNÍ PŘÍPOJKA	157
D.1.4.3. PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA	157
D.1.5. VNITŘNÍ SPLAŠKOVÁ KANALIZACE	158
D.1.6. VNITŘNÍ DEŠŤOVÁ KANALIZACE	158
D.1.7. VNITŘNÍ VODOVOD	159
D.1.8. DOMOVNÍ PLYNOVOD	161
D.1.9. ZAŘIZOVACÍ PŘEDMĚTY	162
D.1.10. ZEMNÍ PRÁCE	162
D2. LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ	164
D3. SEZNAM PŘÍLOH	165
ZÁVĚR	167
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	168
SEZNAM TABULEK	172
SEZNAM OBRÁZKŮ	173
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	174



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

TEORETICKÁ ČÁST: NAVRHOVÁNÍ RETENČNÍCH NÁDRŽÍ A HOSPODAŘENÍ SE
SRÁŽKOVÝMI VODAMI

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Tomáš Kousal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2018

ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU, NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY

D.1.1. Analýza zadaného tématu práce

Tématem diplomové práce je zpracovat řešení ZTI instalací pro objekt polyfunkčního domu. V projektu je zpracován odvod odpadních vod, zásobování objektu pitnou, teplou a srážkovou vodou a plynovodní instalace v budově.

Plánovaná stavba polyfunkčního domu bude umístěna ve městě Kroměříž na ulici Kojetínská. Objekt bude navazovat na vedlejší obchodní a parkovací dům, s nímž bude spojen v 1. PP. Objekt má členitý půdorysný tvar o rozměrech 23,6 x 18,9 m. Objekt bude zastřešen pultovou střechou v jihozápadní části, v severní části nad schodištěm bude střecha sedlová a v části západní terasa se střechou plochou. Odvodnění v případě krovů bude do okapových žlabů a v místě pultové střechy potom do střešních vtoků. Budova má celkem 6 podlaží. První nadzemní podlaží bude částečně podsklepené a slouží pro administrativu. Druhé nadzemní podlaží slouží rovněž pro administrativu. 3.NP a 4. NP je určeno pro 4 bytové jednotky. V posledním, 5. NP se nachází půdní prostor a kotelna. V administrativní části se bude pohybovat 30 zaměstnanců, v části bytové bude bydlet 12 lidí. Do budovy jsou navrženy dva vstupy. Jeden vstup se nachází z pasáže sousedního domu a slouží pro komerční prostory. V rohu směřujícím na sever se potom nachází vstup druhý, který je určen pro vstup do bytových jednotek. Technické zázemí pro budovy se nachází jednak v posledním podlaží v podobě kotelny, ale i ve 3. NP, kde je umístěna vzduchotechnická jednotka. Nosným systémem budovy je zděný systém v kombinaci s monolitickými stropy a ocelovými sloupy. Podkladem pro vypracování byla projektová dokumentace stavebního řešení v podobě půdorysů všech podlaží.

Sítě pro veřejnou potřebu jsou vedeny k objektu z ulice Kojetínská. V této ulici se nachází veškeré inženýrské sítě, konkrétně dešťová a splašková kanalizace, NN kabelové vedení, sdělovací kabel, vodovod a NTL plynovod.

D.1.2. Normové a legislativní podklady

Legislativní podklady pro zdravotně technické instalace

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu

Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů

Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů

Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území

Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

D.1.3. Normové podklady pro zdravotně technické instalace

ČSN 01 3450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace

ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

TNI 73 0331 Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet

ČSN EN 1775 Zásobování plynem – Plynovody v budovách – Nejvyšší provozní tlak ≤ 5 bar – Provozní požadavky.

ČSN EN 12327 Zásobování plynem – Tlakové zkoušky, postupy při uvádění do provozu a odstavování z provozu – Funkční požadavky

ČSN EN 12007-1 Zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem do 16 barů včetně – Část 1: Všeobecné funkční požadavky

ČSN EN 12007-3 Zásobování plynem – Plynovody s nejvyšším provozním tlakem do 16 barů včetně – Část 1: Specifické funkční požadavky pro ocel

ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb

ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody

ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů

ČSN EN 1717 (75 5462) Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem

ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN EN 1610 (75 6114) Provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení

ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace

ČSN EN 12050-3 (75 6762) Čerpací stanice odpadních vod na vnitřní kanalizaci – Zásady provádění a zkoušení – Část 3: Čerpací stanice odpadních vod s fekáliemi při omezeném použití

ČSN 75 6261 Dešťové nádrže

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

FprEN 16941-1 On-site non-potable water systems - Part 1: Systems for the use of rainwater

DIN 1989-1 Regenwassernutzungsanlagen – Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung

CÍL PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ

Cílem diplomové práce je za pomoci vhodných postupů dojít k optimálnímu návrhu řešení zdravotně technických a plynovodních instalací v zadané budově. Návrh a řešení bude proveden podle stávajících norem a platných legislativních předpisů. Metody uplatňované v diplomové práci jsou především numerické a grafické. Pro řešení numerických problémů jsem využil software Excel. Grafické metody jsou využity například u diagramů čerpadel, grafů a posudku zařizovacích předmětů.

V teoretické části je popsána problematika srážkové vody a možnosti její likvidace na pozemku decentrálním způsobem. Dále teoretická část důkladně rozebírá platné normy pro návrh vsakovacích zařízení a retenčních nádrží. Na závěr teoretické části je zhodnocen celý postup návrhu včetně shrnutí obsahu jednotlivých norem a porovnání rozdílů při projektování.

V druhé části diplomové práce jsou poznatky z teoretické části aplikovány na výpočty několika variant řešení. Varianty se zabývají likvidací srážkových vod a vnitřním rozvodem provozní vody. Součástí je vypracování odborného posudku pro dotační program Dešťovka.

Hlavním výstupem diplomové práce je vypracování projektu pro provedení technických instalací v budově, a to včetně výpočtů všech jeho součástí.

AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI

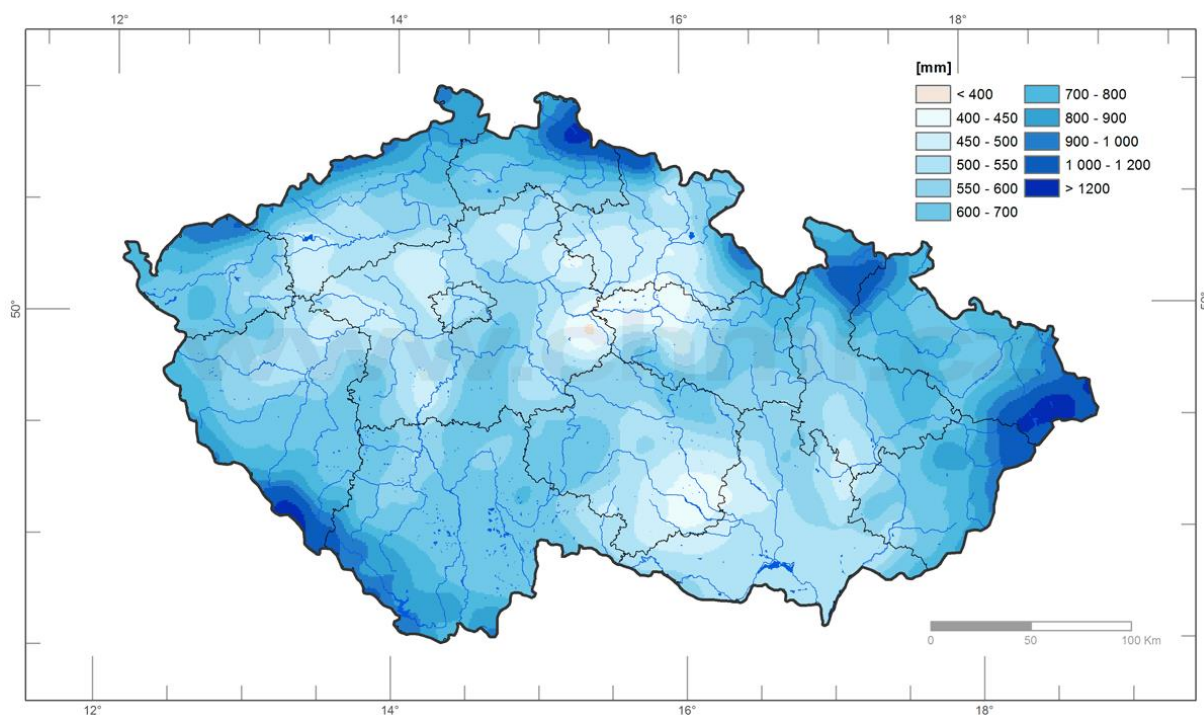
V dnešní době je problematika srážkové vody poměrně zajímavá z hlediska ekonomického, ale především ekologického. Lidé mají možnost zasáhnout do klimatu urbanizovaných oblastí při stavbě malých i velkých objektů za pomoci vsakování srážkových vod v místě spadu srážek. Dnešní normy i zákony jim vycházejí vstříc a požadují dokládat řešení navržených opatření. Při využívání srážkových vod je v dnešní době možné navrhnout četná řešení, například při retenci využít různé typy nádrží, různé možnosti čerpání vody, tlakování vnitřních rozvodů apod. Při návrhu rozvodů je moderní využívání plastových materiálů, které jsou odolné vůči korozi, a nehrozí tak riziko inkrustace. Při návrhu rozvodů vody je však nutné počítat s vyšší roztažností při rozdílech teplot, a proto je vhodné pro delší rozvody volit vícevrstvé plastové materiály, které jsou však mnohem dražší. Kovové materiály se ovšem stále využívají pro rozvody požární vody v podobě trubek se zinkovou ochrannou vrstvou. Pro rozvody požární vody je naopak plastové potrubí zcela nevhodné vzhledem k jeho požární odolnosti.

V praxi existuje mnoho variant řešení, která závisí na vstupních podmínkách, typu budovy, dispozici objektu a požadavcích investora. Možnosti některých těchto řešení jsou popsány v teoretické části práce.

TEORETICKÉ ŘEŠENÍ

D.1.4. Srážková voda v České republice

Srážková voda je v dnešní době předmětem mnoha diskuzí u nás. Abychom získali alespoň základní náhled na situaci, je vhodné se podívat na stránky Českého hydrometeorologického ústavu, který dlouhodobě monitoruje klima pomocí map charakteristik klimatu. Z těchto map je možné vyčíst teploty vzduchu v letech od roku 1998-2016 a také roční úhrn srážek. Volba map je od jednoho roku až po různá období např. 1961-1990, 1981-2010. Následující mapa ukazuje úhrn srážek za rok 2016 v celé České republice.



Obrázek 1: Srážková mapa ČR v roce 2016 [1]

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Česká republika	S	40	62	30	40	58	82	115	41	37	65	38	28	637
	N	44	38	48	42	69	79	88	80	58	43	49	50	686
	%	91	163	62	95	84	104	131	51	64	151	78	56	93
Praha a Středočeský	S	30	45	25	26	58	77	95	32	39	57	29	24	535
	N	34	30	40	34	63	70	82	75	47	34	40	38	587
	%	88	150	62	76	92	110	116	43	83	168	72	63	91
Jihočeský	S	46	52	25	35	95	94	143	35	33	59	41	25	681
	N	40	35	49	41	71	85	92	85	57	43	44	44	687
	%	115	149	51	85	134	111	155	41	58	137	93	57	99
Plzeňský	S	56	60	30	31	44	125	105	45	60	58	38	16	671
	N	45	39	49	42	67	78	84	81	52	47	48	51	684
	%	124	154	61	74	66	160	125	56	115	123	79	31	98
Karlovarský	S	63	65	35	28	33	111	104	37	83	62	36	31	690
	N	58	49	58	45	63	73	84	79	61	52	61	64	747
	%	109	133	60	62	52	152	124	47	136	119	59	48	92
Ústecký	S	45	49	25	29	47	108	90	47	81	65	31	38	655
	N	42	37	44	38	61	66	79	79	50	41	49	49	636
	%	107	132	57	76	77	164	114	59	162	159	63	78	103
Liberecký	S	61	72	36	40	38	118	116	52	48	77	46	65	768
	N	74	60	68	50	70	83	100	99	71	60	74	81	893
	%	82	120	53	80	54	142	116	53	68	128	62	80	86
Královéhradecký	S	40	58	37	33	50	74	85	32	19	64	42	42	577
	N	61	48	57	43	66	73	92	83	62	49	58	66	760
	%	66	121	65	77	76	101	92	39	31	131	72	64	76
Pardubický	S	32	62	44	43	62	64	85	31	17	58	37	32	568
	N	48	39	50	43	70	77	92	81	59	41	48	53	702
	%	67	159	88	100	89	83	92	38	29	141	77	60	81
Vysočina	S	33	51	33	36	57	65	113	25	14	54	35	33	551
	N	44	38	48	41	71	75	87	80	56	39	46	47	673
	%	75	134	69	88	80	87	130	31	25	138	76	70	82
Jihomoravský	S	26	68	26	46	49	52	122	43	13	46	31	12	533
	N	28	27	35	35	63	72	73	64	52	34	39	36	559
	%	93	252	74	131	78	72	167	67	25	135	79	33	95
Olomoucký	S	36	85	34	64	61	60	125	49	26	74	47	25	684
	N	43	37	46	44	74	86	90	78	63	44	51	51	708
	%	84	230	74	145	82	70	139	63	41	168	92	49	97
Zlínský	S	43	93	21	69	51	48	155	67	30	83	54	25	738
	N	46	45	52	50	80	91	95	78	69	49	58	59	775
	%	93	207	40	138	64	53	163	86	43	169	93	42	95
Moravskoslezský	S	36	90	35	70	64	73	155	68	37	121	54	28	833
	N	41	40	50	53	88	101	106	89	75	49	55	53	802
	%	88	225	70	132	73	72	146	76	49	247	98	53	104

Obrázek 2: Úhrn srážek v roce 2016 v ČR [2]

Vysvětlivky:

S - úhrn srážek [mm]

N - dlouhodobý srážkový normál 1981-2010 [mm]

% - úhrn srážek v % normálu 1981–2010

Z mapy a tabulek lze usoudit, že rok 2016 byl na déšť spíše podprůměrný. Pro účely výpočtu úhrnu proto ve výpočtové části využijí dlouhodobý srážkový normál v letech 1981-2010. Roční úhrn srážek poskytuje náhled na sumu srážek, které spadnou na dané území za jeden rok. Při krátkodobých intenzivních deštích dochází k velkému nárůstu spadlých srážek. Kanalizace, která byla dříve navržena na stávající zástavbu, se stává nedostačující, a proto může docházet k jejímu vzdutí a vyplavení na povrch. Cílem hospodaření se srážkovými vodami je také

zamezit nadměrnému využívání vod podzemních a efektivně začít hospodařit s vodou spadenou přímo v daných místech.

D.1.5. Kvalita srážkové vody

Jelikož dešťové mraky vznikají odpařováním, mohla by být dešťová voda vlastně vodou destilovanou, tedy čistou bez rozpuštěných látek. Už v atmosféře však dochází ke kontaktu této vody s různými chemickými látkami. Srážková voda po průchodu atmosférou vykazuje hodnotu asi 5,6 pH, protože se váže mimo jiné také s CO₂, který je obsažený ve vzduchu. [3] Kvalita vod je ovlivněna místem, kam srážky dopadají.

Znečištění dešťové vody pochází například z atmosféry, kdy se nežádoucí látky dostávají do vody, která ještě nepřišla do kontaktu s povrchem. Zdrojem těchto látek jsou v dnešní době hlavně procesy, při nichž dochází ke spalování fosilních paliv a průmysl. Při chemických procesech dochází k uvolňování oxidů síry a dusíku (SO₂, H₂S, N₂O, NO, NO₂). Při vysoké koncentraci těchto látek dochází k vytváření kyselých dešťů. Zemědělství rovněž přispívá k znečištění prostředí, a to konkrétně hnojením zásaditými hnojivy, které se dostávají do půdy a následně se odpařují do atmosféry.

Dále je voda znečištěna dotykem s povrchy staveb a území. Se stoupající degradací stavebních látek budov a komunikací se odlupují malé částičky, které se uvolňují a následně jsou splaveny spolu se srážkovou vodou do kanalizačních stok. Tyto částičky tvoří značnou míru znečištění srážkových vod. Z některých materiálů střech, jako je eternit nebo lepenka, se do vody mohou uvolňovat nežádoucí látky s obsahem pesticidů. Voda ze střech, obsahující pesticidy nebo nátěry s obsahem pesticidů, musí být odvedena do kanalizace s odtokem do čistírny odpadních vod. Rozsah znečištění závisí na použitém materiálu a stavu staveb.

Posledním způsobem znečištění je kontakt srážkových vod s povrchem po dlouhém bezdeštném období. Při delší době bez deště totiž dochází k usazování prachu a bakterií na povrchu, které se hromadí a za deště jsou odváděny spolu s vodou.

Srážková voda z hlediska možnosti jejího využití byla zkoumána zejména v Německu, kde se již využívá řadu let. Chemické složení srážkové vody je vesměs v hranicích limitů pro jakost pitné vody. Může docházet k částečnému primárnímu mikrobiologickému znečištění fekálními a koliformními bakteriemi. K jejímu sekundárnímu znečištění poté může dojít při následné akumulaci.

Kvalita srážkových vod je plně vyhovující pro splachování záchodů. Praní prádla nepřináší žádná větší rizika než praní ve vodě pitné, protože bylo zjištěno, že počet zárodků mikroorganismů v prádle praném ve srážkové vodě, je stejně omezený jako ve vodě pitné. [4] Primární mikrobiologické znečištění může velmi ovlivnit kvalitu vody, a proto není vhodné ji využívat v oblastech s velkou prašností a nebo v oblasti s velkým počtem holubů.

Užíváním srážkové vody nesmí dojít:

- k ohrožení zdraví uživatele,
- ke kontaminaci pitné vody,
- k omezení komfortu užívání vody,
- k ohrožení životního prostředí.

D.1.6.Legislativa

Z hlediska legislativních opatření je třeba zmínit Vodní zákon č. 254/2001 Sb., který v hlavě II- Nakládání s vodami §5 říká, že jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu využívání staveb zabezpečit stavbu vodou a jejím odváděním, případně čištěním. Dále je nutno zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod do kanalizace regulovaným odtokem v souladu se stavebním zákonem. Bez splnění těchto podmínek nesmí být stavba povolena.

Nakládání se srážkovou vodou je definováno vyhláškou č. 501/2006 Sb. a vyhláškou č. 268/2009 Sb. v tomto pořadí:

1. vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,
2. jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo
3. není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace. [5]

Dle §21, bodu 3 zákona č. 501/2001 Sb. je vsakování srážkových vod na pozemcích staveb pro bydlení splněno, pokud poměr vsakovací plochy k celkové výměře pozemku činí v případě samostatně stojícího rodinného domu a stavby pro rodinnou rekreaci 0,4, u řadového rodinného domu a domu bytového poté 0,3.

Problematika hospodaření se srážkovou vodou je rozebrána v různých normách. Například norma ČSN 75 9010 řeší návrh, provoz a výstavbu vsakovacích zařízení včetně jejich dimenzování. Na ni navazuje odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 75 9011, která řeší nakládání se srážkovými vodami zejména na pozemku stavby, ale i centrální opatření, která jsou řazena za opatření decentrální. Dále je zde německá norma DIN 1989-1 zabývající se srážkovými vodami. Poslední normou je poté připravovaná norma evropská EN 16941-1, o systémech na využití srážkové vody. V diplomové práci se budu zabývat rozbořem těchto norem a jejich porovnáním.

D.1.7. Využití srážkových vod

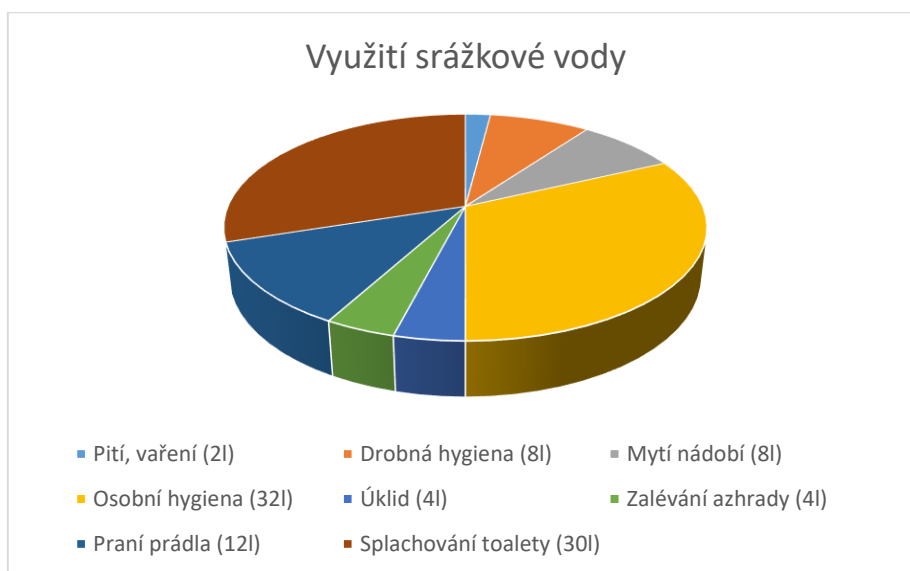
Srážkovou vodu můžeme využívat v zařízeních, kde není nutné používat vodu pitnou a kde nemůžeme narušit hygienické požadavky na vodu. Je s ní možno nakládat různým způsobem.

Nejhorší možností je odvod vod přímo do kanalizace. Vody se v kanalizaci silně znečišťují od splachu ze silnic, po kterých jezdí motorová vozidla a také z chodníků. Srážkové vody svedené ze střech jsou však poměrně čisté a jsou znečištěny pouze prachem nacházejícím se na střechách, případně částecami z degradujících staveb.

Druhou variantou je zasakování srážkových vod na povrchu pozemku jímkami, retenčními rýhami, trubním vsakováním apod. Při této variantě je nutné dodržovat vzdálenosti od ostatních objektů, v místě budovy musí být vyšší hladina spodní vody a jakost vody nesmí ohrozit vody podzemní, které se na místě nacházejí.

Poslední a nejlepší variantou je využívání srážkových vod v objektu. Voda může být využívána pro zálivku zahrady, kdy je jímána pomocí sudů a nádrží nebo se používá například pro splachování WC nebo praní prádla. Tato varianta je již nákladnější, avšak v konečném důsledku je se zvyšující se cenou vody velmi výhodná.

Spotřeba na jednoho člověka se v ČR udává 100 l/os.den. V následujícím grafu je označeno, kolik vody je využito při běžných denních činnostech.



Obrázek 3: Využití srážkové vody na denní činnosti [6]

Srážková může být využívána k:

- splachování toalet,
- praní prádla,
- úklidu,
- zalévání zahrady.

Rizika spojená s užíváním srážkové vody při jednotlivých činnostech jsou uvedena v následující tabulce.

Tabulka 1: Požadavky na složení srážkových vod [7]

	Požadavky na složení srážkové vody ze střech			
Druh znečištění	Závlahy	Úklid	WC	Praní prádla
Nerozpuštěné látky	Inertní NL jsou neškodné	Při vyšších koncentracích nevhodné	Zpravidla bez významu	Použití zpravidla bez omezení
Organické látky	Inertní NL jsou neškodné	Zpravidla bez významu		V obvyklých koncentracích bez významu
Těžké kovy	Nebezpečí akumulace v půdní vrstvě			
Pesticidy	Ohrožení rostlin a půdních organismů			
Mikroorganismy	Zpravidla bez významného vlivu		Zpravidla bez významu	
Barva				Nebezpečí obarvení
Zápach		Zpravidla bez významu		Zpravidla bez významu
Agresivita vody				Podle složení vody a typu pračky
Celkové posouzení	Ohrožení rostlin a půdních organismů	Použití zpravidla bez omezení	Použití zpravidla bez omezení	V případě nadbytku srážkové vody

Splachování WC

Srážková voda je pro splachování výhodná z důvodu její měkkosti. Nedochází k usazování vodního kamene oproti vodě z vodovodního řadu. Úspora je přitom velmi vysoká, a to až 30% spotřebované vody za den.

Praní

Úspory u praní nesouvisí pouze s úsporou vody na práci cyklus, ale opět s měkkostí vody. Díky měkké dešťové vodě můžeme uspořit jak za změkčovače vody, tak i za množství pracího prášku, který se v měkčí vodě lépe rozpouští. V pračkách hrozí vysoké riziko zanášení vodním kamenem, které je v případě použití srážkové vody zmenšeno, a tím je pozitivně ovlivněna celková životnost pračky.

Úklid

Co se týká údržby a úklidu rovněž není třeba pitná voda, která lze tímto způsobem uspořit.

Zavlažování

Srážková voda se výborně hodí na zavlažování zahrady, tím spíše, že některé druhy rostlin nesnáší vodu z kohoutku, která se nejdříve musí nechat odstát. Voda nasbíraná ze střech neobsahuje chlor a je chudá na soli.

D.1.8. Hospodaření se srážkovou vodou

V této kapitole bych se rád podrobněji věnoval rozdělení a způsobu nakládání se srážkovými vodami.

D.1.8.1. Vsakování

Při plošném vsakování je srážková voda rovnoměrně rozdělena na vsakovací plochu. Potřeba plochy je velká a obnáší nejméně 30% plochy, na kterou srážky padají. Pro správné zasakování je vhodná písčité nebo šterkovitá půda. Plocha určená pro zasakování se musí nacházet ve větší dálce od domu, aby zvýšená vlhkost nepronikala do budovy.

Dalším způsobem vsakování je pomocí rigolů a koryt. Tento způsob nakládání se srážkovou vodou je výhodnější z hlediska prostoru. Na zasakování do koryt či rigolů se uvažuje 10% z celkové plochy, na kterou padají srážky. Voda se čistí přirozenou cestou, podobně jako u plošného zasakování a proniká do půdního podloží. Koryto má mít hloubku 10-30 cm a jeho objem je nutné volit v závislosti na ploše střechy. Přetékající voda z vsakovacího koryta může být vedena dále do rybníka nebo potoka.

Kde nemá zemina dostatečnou pohlcovací schopnost (zemina s písčitohlinitým slínem), může voda vsakovat do uměle položeného štěrku nebo drceného kamene s větší pohltivostí [8]. Štěrkové těleso se obalí geotextilií, aby se oddělily jemné frakce okolní zeminy od násypu. Koryto tak umožňuje účinný systém vsakování, zadržování a odvádění vody. Při dimenzování koryt je důležitý hydrogeologický průzkum, který zjišťuje, jaký typ zeminy se nachází v dané oblasti. V písčitých půdách se voda vsákne za velmi krátkou dobu.

Další možností vsakování je pomocí drenážních trubek. Při drenážním vsakování se do země kladou trubky či tvarovky, aby se srážková voda mohla zasakovat do okolní půdy. Drenážní trubky v sobě udrží malý objem vody a kladou se proto do dobře propustných zemín. Trubky se kladou s mírným spádem, aby odtékala i voda pronikající z půdy. Drenážní potrubí se hodí jako přepad z nádrží uložených v zemi. Mimo trativody se v dnešní době uplatňují i vsakovací tunely, které mají až 3x větší akumulační schopnost než štěrk.

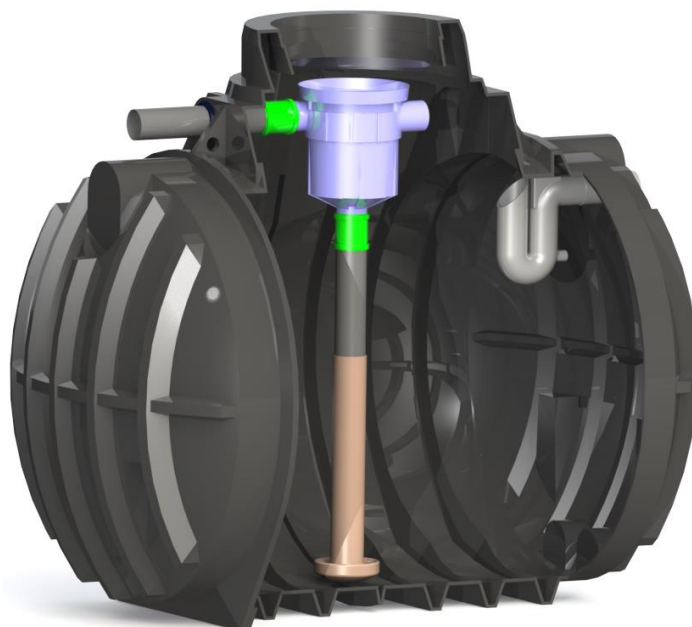
U větších objektů je možné vsakování realizovat pomocí vsakovacích bloků složených do sebe. Vsakovací bloky jsou v podstatě nádrží, která umožňuje pomocí perforovaných dílců vsáknout přebytečnou srážkovou vodu do okolní zeminy i ve větším množství. Konstrukce bloků umožňuje pojezd vozidel a představuje účinnou možnost likvidace přebytečných srážkových vod.



Obrázek 4: Sicker tunnel na retenci a vsakování srážkové vody [9]

D.1.8.2. Akumulace

Akumulace srážkové vody znamená, že je voda uchována a následně použita pro různé účely. Při zalévání zahrad je možné využít nádrže nadzemní, protože požadavky na vodu v nich prakticky nejsou. Dále mohou být nádrže podzemní. Díky umístění pod zem lze získat vyšší objem vody, avšak finančně jsou nákladnější. Nádržemi pod zemí zároveň eliminujeme množení bakterií z důvodu stabilní teploty v zemině, která není tak vysoká jako na povrchu. Možnost využívání vody z podzemní nádrže je i v zimě, kdy nádrž v případě umístění v nezamrzné hloubce nezamrzá. Zásobníky na dešťovou vodu umístěné pod zemí mohou být prefabrikované z plastů nebo betonové. Při zvyšujícím se objemu nádrže je vhodné navrhovat zásobníky betonové, betonované buď na místě, nebo prefabrikované z betonu.



Obrázek 5: Jímka na vodu o objemu 5 300l [10]

D.1.8.3. Kombinované způsoby

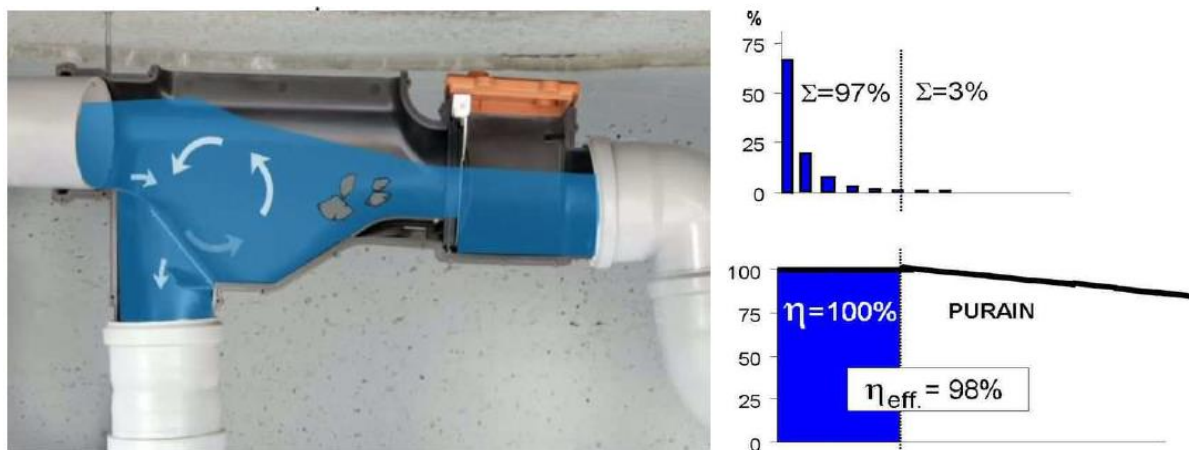
Ideální systém pro hospodaření se srážkovou vodou tvoří kombinace retenční nádrže, která obsahuje akumulací prostor pro využívání vody v domě. Akumulační objem zahrnuje veškerou potřebu provozní vody a retenční prostor pojímá vodu, která přichází v případě přívalových dešťů nebo vysokého úhrnu srážek za krátkou dobu. Retenční objem může být odváděn pomocí řízeného odtoku do kanalizace, případně vsakován pomocí výše uvedených způsobů přímo na pozemku, pokud je tento způsob likvidace srážkových vod vzhledem ke geologické skladbě podloží možný.

D.1.9. Čištění srážkové vody

Voda odtékající ze střechy budovy musí být čištěna a před upotřebením filtrována dle jejího následného využití. Srážková voda splavuje prach, listí, části větví a ptačí trus do dešťového svodu a následně do akumulární nádrže. Na hrdlo každého svodu se osazuje lapač střešních splavenin, který zachycuje hrubé nečistoty, jako je listí apod. Na střechu se osazují střešní vtoky se zachytným košem. Další fáze čištění od jemnějších nečistot spočívá v usazování pomocí sedimentace. Sedimentace probíhá buď přímo v akumulární nádrži, nebo v nádrži usazovací, která je akumulární nádrži předřazená.

Jiná možnost čištění oproti sedimentaci jsou samočistící filtry osazené přímo v nádrži, které umožňují po přefiltrování vody její odtok do akumulární nádrže. Filtry slouží k zachycení malých srážek, které se ve více jak 97% podílejí na celkových ročních srážkách. Velké srážky tvoří pouze 3% celkového dopadu srážek a mají funkci čištění filtračního zařízení. Tyto vysoké srážky vedou k tvorbě „vodního skoku“ v dešťovém filtru. Ve vodním skoku vzniká silné proudění, které všechny nečistoty nahromaděné v zásobníku propláchne a vypustí přepadem do kanalizace. [11]

Při ucpání filtru z důvodu malých srážek po celý rok je vhodné využít vysokotlaký čistič, případně integrovanou trysku pod filtračním sítím



Obrázek 6: Systém filtrace AS_PURAIN [12]

Dalším stupněm filtrace je filtrace na výtlačném potrubí u AT stanice. Při využívání vody k splachování záchodů a praní prádla je vhodné použít na tomto potrubí jemný filtr. Filtry se vyrábí se zpětným proplachem, který vyčistí filtrační vložku o různých průměrech ok. Hustota síta 0,1 mm zajistí bezproblémový chod WC splachovače i pračky s jemnými tryskami. Ve filtračních systémech na výtlačku je možné kombinovat různé filtry, ve kterých se mohou měnit filtrační vložky. V případě zápachu je možné vložit vložku z aktivního uhlí apod. Kombinované

filtrační zařízení Rainmaster TRIO se používá všude tam, kde je potřeba odfiltrovat z pitné, užitkové či srážkové vody mechanické nečistoty pomocí prvního filtru HYDRA, přičemž do druhé a třetí prázdné nádoby lze použít patronu dle vlastních požadavků dalšího stupně filtrace. [13]



Obrázek 7: Filtrační systém HYDRA Rainmaster DUO a TRIO [14]

D.1.10. Čerpací systém na dešťovou vodu

Voda se z akumulární nádrže dá čerpat více způsoby. Nejjednodušším způsobem čerpání je ponorné čerpadlo. Čerpadlo je vybaveno plovákovým spínačem. Čerpadlo je zavěšeno 15 cm nade dnem nádrže. Ponorné čerpadlo je výhodné použít například při zavlažování zahrady.

Dalším způsobem využití vody z nádrže je pomocí sacího čerpadla, které není umístěno v nádrži, ale mimo nádrž. Sací čerpadla jsou umístěna mimo prostor nádrže a je nutné na ně najít místo do cca 10-ti metrů od nádrže. [15] Čerpadlo má sací a výtlačnou výšku, kterou je nutné zhodnotit a posoudit. K čerpadlu je napojeno sací vedení, které končí sacím košem v kombinaci se zpětnou klapkou. Tímto způsobem je opět vhodné využít vodu pro závlivku zahrady, případně její přečerpávání.

Posledním nejmodernějším způsobem využití vody jsou automatické tlakové stanice, které slouží ke zvyšování tlaku vody a k dopravě užitkové vody do vnitřních rozvodů. Doplnění vody do rozvodů v případě sucha se poté uskutečňuje buď pomocí řídicích doplňovacích jednotek přímo do nádrže, nebo musí být rozvod pitné a užitkové vody oddělen pro zamezení kontaminace vody pitné. Rozvody musí být odděleny dle požadavků normy

ČSN EN 1717. Automatické tlakové stanice obsahují čerpadlo, tlakovou nádobu a řídicí jednotku, která natlakuje rozvod na potřebný tlak. V případě doplňování vody obsahuje AT stanice nádržku na pitnou vodu, která přitéká z vodovodního řádu do nádrže.



Obrázek 8: Automatická tlaková stanice WILO COR-1 MHIE 205-2G [16]

D.1.11. Rozbor normy TNV 75 9011

Norma TNV 75 9011 reaguje na současné trendy a předpisy v oblasti vodního a stavebního práva a řeší způsoby nakládání se srážkovými vodami, které odtékají z povrchu urbanizovaného území. Popisuje návrh a provoz odvodnění území způsobem blízkým k přírodě. Norma řeší nakládání s vodami decentrálním způsobem, tedy na pozemku stavby, ale i některá centrální opatření.

D.1.11.1. Volba způsobu odvodnění

Norma předepisuje odvádět srážkové vody prioritně pomocí vsakování. Pokud však není možné vody vsáknout, musí být zváženo odvádění vody do vod povrchových, aby nezatěžovaly stávající kanalizaci. Poslední variantou je vybudování retence s regulovaným odtokem pomocí jednotné kanalizace.

Norma doporučuje, aby byl podporován výpar vody na pozemku a aby alespoň 30% zastavěné plochy umožňovalo evaporaci. V urbanizovaném území padá dlouhodobě menší množství srážek a výparem vody ze zeleně bude zajištěno zdravé mikroklima oblasti.

Při regulovaném odtoku odvádění srážkových vod je možné využít hned několik opatření za sebou a řetězit je. Prvním opatřením je opatření přímo u zdroje (akumulace srážkové vody, minimalizovat zpevněné povrchy), dále opatření na pozemku nemovitosti sousedící s komunikací (např. průlehy, rýhy) a opatření společná pro několik pozemků (zaústění do suchých travnatých nádrží apod.).

D.1.11.2. Proveditelnost řešení

Z hlediska proveditelnosti řešení je důležitý geologický průzkum, který určí nejdůležitější veličinu, a to koeficient vsaku. Koeficient vsaku přímo ovlivňuje velikost vsakovací plochy. Hladina podzemní vody by měla být alespoň 1 m pod základovou spárou vsakovacího zařízení a vrstvy zeminy by měly být propustné.

Další aspekty ovlivňující technické řešení:

- velikosti odvodňovaných ploch množství spadených srážek v dané oblasti – ovlivňují návrh povrchového nebo podzemního vsakovacího zařízení, maximální sklon terénu do 5%, vyšší čistící účinek při nižším hydraulickém zatížení zařízení,
- majetkoprávní vztahy, posouzení ohrožení sousedních nemovitostí.

V závislosti na typu plochy jsou srážkové vody z hlediska znečištění klasifikovány v ČSN 75 9010 jako srážkové povrchové vody pro vsakování přípustné, podmíněčně přípustné a vody z potenciálně výrazněji znečištěných ploch, tj. srážkové vody potenciálně vysoce znečištěné. [17]

Povrchová a podzemní vsakovací zařízení je možné využít pro vody přípustné. Pro vody podmíněčně přípustné je možné vody vsakovat přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo po předčištění v podzemním vsakovacím zařízení.

D.1.11.3. Volba technického řešení

Vsakování

U každé stavby musí být proveden hydrogeologický průzkum, který zhodnotí možnosti vsakování srážkových vod. Je nutné brát v potaz schopnost vsakování, mocnost špatně propustných vrstev a hladinu podzemní vody.

Při rozhodování o vsakovacím zařízení je nutno zohlednit prostorové možnosti, sklon terénu (do 5%) a sousedské vztahy.

Přípustnost vsakování:

Volba vsakování je vhodná pro vody přípustné a podmíněčně přípustné. Vysoce znečištěné vody musí být předčištěny a také musí probíhat její kontrola vzorkováním. U střech s neošetřenými kovovými částmi může být plocha povrchu střechy, přicházející do styku se srážkovou vodou 50 m². Při $A_{red}/A_{vsak} > 5$ dochází k akumulaci znečištění v půdě a půdu poté není možné užívat k zemědělským účelům. V případě staré ekologické zátěže není možné vody vsakovat.

Technické řešení:

Přednostní řešení vsakování přes zatravněnou souvislou humusovou vrstvu ($A_{red}/A_{vsak} \leq 5$) nebo decentrální v průlehy či v průlehy s rýhou ($5 < A_{red}/A_{vsak} \leq 15$). Vsakování ve vsakovací nádrži má nižší schopnost čištění v důsledku vyššího hydraulického zatížení ($A_{red}/A_{vsak} > 15$), je nutno doplnit předčištění – zachycování nerozpuštěných látek. Podzemní zařízení se vsakováním do propustnějších vrstev se upřednostňuje liniové (vsakovací rýhy) a plošné (prostory vyplněné štěrkem nebo bloky).

Odvádění do povrchových vod

Před posouzením odvádění srážkových vod do vod povrchovým je třeba provést posouzení, zda vody nemohou být vsakovány na pozemku.

Při volbě způsobu odvádění do vod povrchových je třeba zhodnotit možnou vzdálenost pro odvod vody. Ta se uvažuje do 100 m u staveb pro bydlení a rekreaci a 500 m v případě větších staveb, lze-li odvodnění provést gravitačně.

Přípustnost odvádění do povrchových vod

Odvádění do povrchových vod je vhodné u co nejmenšího znečištění. U odvádění srážkových vod z parkovišť a odstavných stání pro automobily se musí voda mechanicky předčistit a musí být odloučeny lehké kapaliny odlučovačem. Pro výpočet přípustného odtoku se udává normou hodnota 3 l (s. ha), nejméně však 0,5 l/s. Tato hodnota je určena správcem sítě.

Technické řešení

Preferovaným způsobem je odvedení pomocí svodnic, které podporuje výpar a snížení kulminačních toků.

Odvádění do jednotné kanalizace

Před posouzením proveditelnosti odvedení do jednotné kanalizace je provést posouzení přípustnosti vsakování na pozemku.

Proveditelnost:

U každé stavby musí být provedeno zhodnocení podmínek pro dovádění vody do kanalizace, a to včetně dostupnosti jednotlivých stok. Dostupnost stok činí 100 m pro jednoduché bydlení a rekreaci, 500 m složité stavby. Regulovaný odtok dle hodnoty specifického odtoku 3l (s. ha), nejméně však 0,5 l/s.

Technické řešení:

Preferovaným způsobem je odvedení pomocí svodnic, které podporuje výpar a snížení kulminačních toků.

D.1.11.4. Retenční nádrže se zásobním prostorem

Nádrže zachycují nárazové množství srážek a řízeně se vyprazdňují až po hladinu zásobního prostoru. Regulátor odtoku se osazuje v jímce na úrovni hladiny stálého napuštění nádrže. Pro omezení vnosu sedimentů do prostoru je vhodné využít oddělený prostor pro usazování.

D.1.11.5. Dimenzování

Pro dimenzování jednoduchými metodami, které jsou stanoveny v této normě, nesmí být zařízení řazena do série a dále musí být odvodňovaná plocha pro jedno zařízení menší než 3 ha.

Návrhové parametry

- Návrhovými parametry pro dimenzování objektů HDV jsou redukovaná odvodňovaná plocha povodí A_{red} , četnost přetížení retenčního objemu objektu vyjádřená periodicitou p , popřípadě dobou opakování T , přípustný odtok Q_c do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace a doba prázdnění retenčního objemu T_{pr} . V případě vsakovacích zařízení je dalším parametrem vsakovaný odtok Q_{vsak} [17]
- U vsakovacích zařízení je periodičita dána tabulkou v ČSN 75 9010. u retenčních objektů s regulovaným odtokem se uvažuje periodičita $p=0,2.rok^{-1}$, při nádrži umístěné uvnitř až $p=0,01.rok^{-1}$

Tabulka 2: Návrhová periodičita srážek pro dimenzování vsakovacích zařízení [18]

Riziko při přeplnění vsakovacího zařízení	Návrhová periodičita srážek p (rok ⁻¹)
<p>Při přetečení vsakovacího zařízení je možný odtok srážkové vody ze vsakovacího zařízení po povrchu terénu nebo přepadovým potrubím mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení.</p> <p>Při zpětném vzdutí v dešťové kanalizaci, která je zaústěna do vsakovacího zařízení, je možný odtok srážkové vody z dešťové kanalizace po povrchu terénu mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení.</p> <p>Prostory odvodněné do dešťové kanalizace nacházející se pod hladinou zpětného vzdutí jsou proti vniknutí vzduté vody z dešťové kanalizace chráněny technickým opatřením podle ČSN EN 12056-4 a ČSN 75 6760.</p>	0,2
<p>Pokud není splněna některá z podmínek uvedených v předcházejícím řádku této tabulky, např. u vsakovacích zařízení, která slouží pouze pro odvodnění podzemních dopravních zařízení a/nebo vstupů do budov nacházejících se pod úrovní okolního terénu, a odvodňované prostory pod úrovní terénu nemohou být před vodou přetékající ze vsakovacího zařízení chráněny.</p>	0,1
V případech, kdy je zpracován generel odvodnění nebo generel kanalizace zájmového území a obsahuje návrhovou periodičitu srážek.	Hodnota podle generelu
V souladu s hydraulickou spolehlivostí vybudované protipovodňové ochrany.	Individuálně stanovená hodnota
<p>POZNÁMKA Zpětné vzdutí v dešťové kanalizaci zaústěné do vsakovacího zařízení vznikne při naplnění vsakovacího zařízení na větší objem, než je vypočtený retenční objem. Hladinou zpětného vzdutí je úroveň terénu v místě, kde může srážková voda ze vsakovacího zařízení a/nebo připojené dešťové kanalizace přetékat (úroveň poklopu s otvory, mříže na šachtě apod.).</p>	

- Přípustný odtok se stanoví 3l/ (s.ha), nejméně však 0,5 l/s z provozních důvodů
- Doba prázdnění T_{pr} dle ČSN 75 9010
- Vsakovaný odtok Q_{vsak} dle ČSN 75 9010

Metody návrhu

- Vztah mezi přítokem a odtokem popisuje hydrologická bilance
- Bilance přítoku a odtoku se provede pro různé doby trvání srážky t s periodicitou p s odpovídající četností přetížení objektu
- Pro stanovení objemu V je rozhodující srážka, která způsobí největší rozdíl mezi objemem přítoku a objemem odtoku
- Objemem odtoku se rozumí objem vody, který je doveden vsakováním nebo regulovaným odtokem nebo jejich součet

Tabulka 3: Hydrologická bilance mezi přítokem a odtokem do vsakovacích či retenčních objektů různých typů [17]

		Přítok ¹⁾	=	Odtok ³⁾				
č.	Typ objektu	Objem přivedené srážkové vody ²⁾	=	Vsakování	+	Retenční objem	+	Regulovaný odtok
1	Plošné vsakování bez retence	$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak}}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	0	+	0
2	Povrchová vsakovací zařízení s retencí	$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak}}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	$V^{4)}$	+	0
3	Povrchová vsakovací zařízení s retencí a odtokem	$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{vsak}}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	$V^{4)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
4	Podzemní vsakovací zařízení s retencí	$i \cdot A_{\text{red}} \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	$V^{4,5)}$	+	0
5	Podzemní vsakovací zařízení s retencí a odtokem	$i \cdot A_{\text{red}} \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{\text{vsak}} \cdot t$	+	$V^{4,5)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
6	Retenční objekty	$i \cdot (A_{\text{red}} + A_{\text{ret}}) \cdot t / 1000$	=	$0^{6)}$	+	$V^{4)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
i	Intenzita srážky, v mm/h							
t	Doba trvání srážky, v h							
A_{red}	Průmět redukované odvodňované plochy povodí, v m ²							
A_{vsak}	Vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m ² ; pokud se jedná o vsakovací objekt se sklonitými svahy, lze hodnotu A_{vsak} uvažovat jako střední hodnotu zatopené plochy objektu							
A_{ret}	Plocha nadzemního retenčního objektu, v m ² ; pokud se jedná o retenční objekt se sklonitými svahy, lze hodnotu A_{ret} uvažovat jako střední zatopenou plochu objektu. V případě podzemního retenčního objektu se plocha neuvažuje.							
Q_{vsak}	Vsakovaný odtok podle ČSN 75 9010, v m ³ /s							
Q_o	Regulovaný odtok z retenčního prostoru do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace, v m ³ /s. Platí $Q_o \leq Q_c$, kde Q_c je přípustný odtok podle 5.2, popřípadě podle 5.3							
V	Retenční objem $V = A_{\text{vsak}} \cdot H$ resp. $V = A_{\text{ret}} \cdot H$, v m ³ , kde H je střední hloubka vody v m							
¹⁾ Pokud se mezi odvodňovanou plochou a objektem HDV nachází další decentrální objekt s retenčním objemem, je nutné jeho objem odečíst na levé straně bilanční rovnice od objemu srážkové vody.								
²⁾ Výpočet objemu povrchového odtoku podle ČSN EN 752. Alternativně lze objem povrchového odtoku vypočítat podle ČSN 75 9010 na základě celkového úhru srážky s periodicitou p a dobou trvání t .								
³⁾ V hydrologické bilanci pro návrh vsakovacích a retenčních objektů a zařízení se neuvažuje evapotranspirace. Evapotranspiraci je nutno zohlednit při dlouhodobé hydrologické bilanci (např. roční).								
⁴⁾ Pro povodí, kde hraje roli doba dotoku t_d do retenčního zařízení, je vhodné ji při výpočtu retenčního objemu zohlednit (ČSN 75 6261).								
⁵⁾ Retenční objem podzemních vsakovacích zařízení vyplněných štěrkem nebo prefabrikovanými bloky je dán objemem pórů nebo retenčního prostoru v blocích (viz ČSN 75 9010).								
⁶⁾ V hydrologické bilanci pro návrh retenčních objektů, které nejsou navrženy jako kombinované objekty se vsakovacím zařízením, se nezohledňuje případný průsak vody nádrží do horninového prostředí.								

- Objekty plošného vsakování bez retenčního objemu V se dimenzují na dobu trvání srážky $t = 15$ min a periodicitu výskytu $p = 0,2 \cdot \text{rok}^{-1}$

D.1.12. Rozbor normy ČSN 75 9010

Norma se zabývá způsobem provádění geodetického průzkumu pro vsakování srážkových povrchových vod. Dále stanovuje podmínky pro vsakování a uvádí způsoby výpočtů retenčních vsakovacích zařízení. Současně přináší přehled základních, v současnosti využívaných, systémů vsakování srážkových vod.

D.1.12.1. Geologický průzkum

Geologický průzkum pro stavby z hlediska vsakování srážkových vod je velmi důležitý, protože je díky němu možné získat informace o hydrogeologických, inženýrskogeologických a geotechnických poměrech v dané lokalitě. Cílem průzkumu je stanovit koeficient vsaku, který je nejdůležitějším kritériem při rozhodování o technickém řešení odvádění srážkových vod.

Z hlediska průzkumu rozdělujeme stavby na:

- nenáročné A_{red} do 200 m²
- náročné od A_{red} 200 m²

Z hlediska přírodních poměrů:

- jednoduché (monotónní geologická skladba, bez napjaté spodní hladiny v hloubce >2m)
- složité (složitá skladba, napjatá hladina spodní vody, hloubka vody ≤2m)

Etapy geologického průzkumu:

- orientační průzkum (nenáročné stavby, jednoduché poměry)
- podrobný průzkum (náročné stavby nebo složité poměry)
- doplňkový průzkum (všechny typy staveb)
- analýza rizika při realizaci vsakování (vypracuje se v případě ohrožení významného vodního zdroje)

Průzkumné vrty:

Cílem nástroje je zmapovat geologickou situaci v dané lokalitě. Vrtý se uskutečňují do hloubky zpravidla 3 m. Tvarem a velikostí vrtu je simulována funkce vsakovacího zařízení. Doporučený minimální průměr vrtu je 150 mm. V případě vrtání v nesoudržných zeminách se provede pracovní pažení. Vrtý se provádí zpravidla do hloubky 1 m pod naraženou hladinu podzemní vody.

Klasifikační zkoušky

Klasifikačními zkouškami se zařídují horniny do skupin podle orientačního posouzení vhodnosti vsakování na základě makroskopických popisů.

Tabulka 4: Orientační rozdělení horninového prostředí (zeminy) [18]

Skupina	Popis podle ČSN EN ISO 14688-1 ^{a)}	Zatřídění podle ČSN EN ISO 14688-2 ^{b)}	Popis podle ČSN 73 6133 ^{a)}	Zatřídění podle ČSN 73 6133 ^{b)}
V.1	velký balvan, balvan, valoun, štěrk hrubozrný, štěrk středně zrný, štěrk jemnozrný, písek hrubozrný, písek středně zrný, navázka ^{c)}	Bo, Co, Gr, Sa, coGr, cosaGr, saGr, grSa, sasiGr, Mg	štěrk, štěrk s příměsí jemnozrné zeminy, písek, písek s příměsí jemnozrné zeminy	G1 GW, G2 GP, G3 G-F, S1 SW, S2 SP, S3 S-F
V.2	písek jemnozrný, prach hrubozrný, jílovitý písek, hlinitý písek, navázka ^{c)}	Si, clSa, saSi, sagrSi, siSa, grsiSa, siGr, orSa, sacIGr, Mg	štěrk hlinitý, písek hlinitý, štěrk jílovitý, písek jílovitý, štěrkovitá hlína, písčitá hlína	G4 GM, S4 SM, S5 SC, G5 GC, F1 MG, F3 MS
V.3	prach středně zrný, prach jemnozrný, jíl, písčitý jíl, jílovitý prach, organická zemina ^{c)} , navázka ^{c)}	Cl, Or, sagrCl, siCl, clSi, sacI Si, clSi, saOr, siOr, clOr, orCl, orSi	štěrkovitý jíl, písčitý jíl, hlína, jíl	F2 CG, F4 CS, F5 (MI, ML), F6 (CL, CI), F7 (MH, MV, ME), F8 (CH, CV, CE)
^{a)} Pro jednoduché poměry, nenáročné stavby, orientační průzkum na základě makroskopického popisu.				
^{b)} Pro složité poměry, náročné stavby, podrobný průzkum na základě laboratorních zkoušek.				
^{c)} Podle charakteru a samostatného posouzení				

Tabulka 5: Orientační rozdělení horninového prostředí (horniny) [18]

Skupina	Vzdálenost diskontinuit ^{a)} [mm]	Rozevření diskontinuit ^{a)} [mm]
V.4	malá (< 60)	rozevřené (> 2,5)
V.5	střední (60 až 200)	otevřené (0,5 až 2,5)
V.6	velká (> 200)	sevěřené (< 0,5)
^{a)} Upraveno podle ČSN EN ISO 14689-1.		

Vsakovací zkouška

V terénu se propustnost horninového prostředí zjišťuje pomocí vrtů a sond vsakovací zkouškou. Zkouška simuluje chování vsakovacího zařízení a jejím výsledkem je koeficient vsaku k_v v $m \cdot s^{-1}$.

Zkouška s ustálenou hladinou vody - zkouška je vhodná pro skupiny V.1 a V.4. Objekt se naplní vodou do výšky maximálně 0,7 m. Při zkoušce se musí vsáknout minimálně 1 m³ vody. Sleduje se hladina vody v okolních monitorovacích objektech a suterény stavebních objektů.

Zkoušky s proměnnou hladinou vody – zkouška je vhodná pro skupiny V.2, V.3, V.5, V.6. Naplnění do výšky 0,7 m pod úroveň terénu, v případě poklesu hladiny o méně než 1/3 za 6 hodin se zkouška opakuje, celková doba trvání 24 hodin.

Vyhodnocení podle rovnice

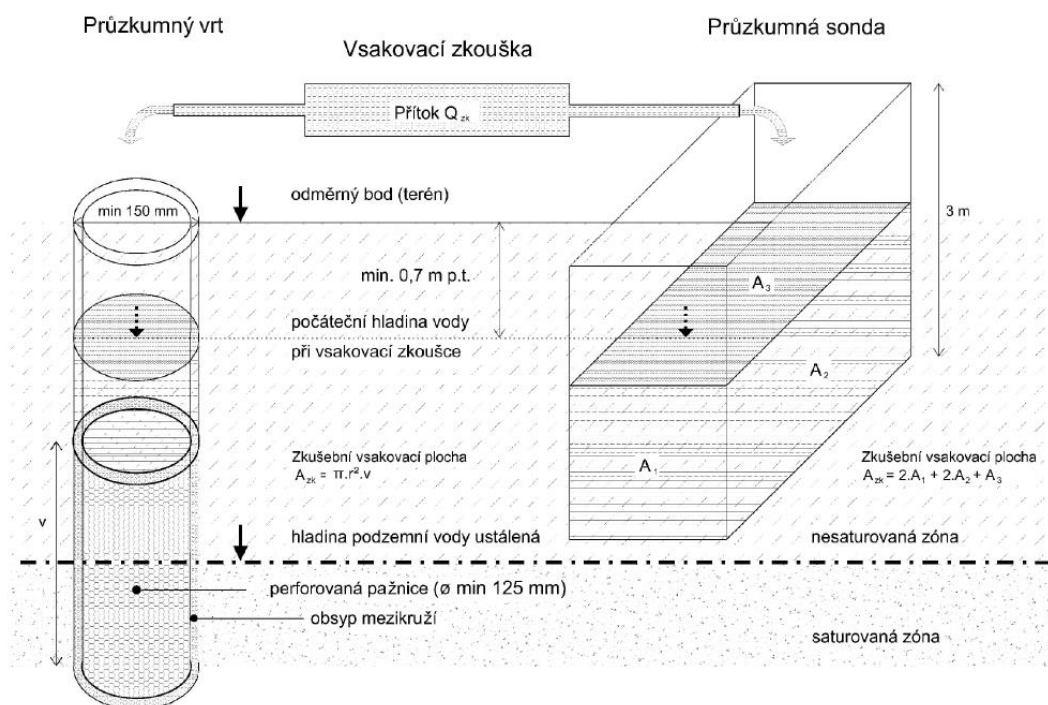
$$k_v = \frac{Q_{zk}}{A_{zk}}$$

k_v – koeficient vsaku

Q_{zk} – přítok vody do průzkumného objektu během zkoušky v $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

A_{zk} – zkušební vsakovací plocha během zkoušky

$$A_{zk} = \pi \cdot r^2 \cdot v$$



Obrázek 9: Vsakovací zkouška [18]

D.1.12.2. Kvalitativní principy návrhu

V této fázi je nutné rozdělit vody dle jejich kvality, aby bylo možné zabezpečit vhodný způsob čištění.

Šrážkové povrchové vody přípustné

Zatrávněné plochy, střechy o redukované ploše $A_{red} < 200 \text{ m}_2$, terasy v obytných částech, komunikace pro pěší a cyklisty, vjezdy k rodinným domkům apod.

Přípustné vody můžeme vsakovat pouze po zachycení splavenin.

Šrážkové povrchové vody podmíněčně přípustné

Střechy o redukované ploše $A_{red} > 200 \text{ m}_2$, komunikace pro osobní vozidla, parkoviště vozidel do 3,5 t a autobusů, letištní plochy, průmyslové komunikace

Podmínečně přípustné vody vsakujeme po vhodném předčištění dle ploch (filtr, odlučovač, sedimentace).

D.1.12.3. Stanovení odstupové vzdálenosti

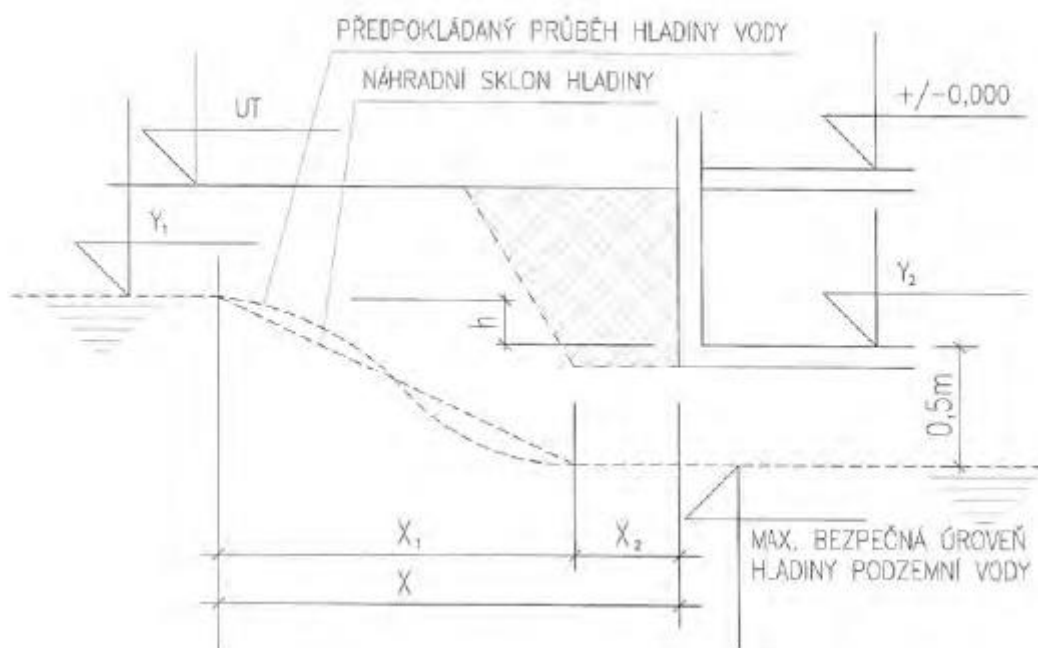
Vsakovací zařízení nesmí způsobit škody na odvodňované stavbě ani na sousedních budovách, zejména nesmí znečistit pitnou vodu ve studnách.

$$X = X_1 + X_2$$

X – vzdálenost vsakovacího zařízení od budovy, pokud se hladina podzemní vody vyskytuje v hloubce vyšší, než je podzemní podlaží budovy

X_2 – rozšíření dna výkopu (bez předchozího zjištění $X_2 = 2$ m)

$$X_1 = \frac{h + 0,5}{15 \cdot k_p^{0,25}}$$



Obrázek 10: Odstupové vzdálenosti od budov [18]

Odstupové vzdálenosti od studen se musí prověřit na základě geodetického průzkumu. Úroveň základové spáry vsakovacího zařízení by měla být maximálně 1,0 m nad maximální možnou hladinou podzemní vody.

D.1.12.4. Dimenzování vsakovacího zařízení

Odvodňovaná plocha $A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \psi_i$

A_i – půdorysný průmět odvodňované plochy

ψ_i – součinitel odtoku srážkových vod

n – počet ploch určitého typu

Tabulka 6: Součinitel odtoku srážkových vod[18]

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
	Součinitele odtoku srážkových povrchových vod ψ		
Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační střechy)	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,5 až 0,7 ¹⁾
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,8 až 0,9 ¹⁾
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravněvacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15
¹⁾ Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou dolní mezní hodnotu).			

Vsakovaný odtok

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v A_{vsak}$$

f – součinitel bezpečnosti vsaku

k_v – koeficient vsaku v m.s⁻¹

A_{vsak} – vsakovací plocha vsakovacího zařízení

Pro podzemní prostor s propustnými stěnami:

$$A_{vsak} = L \cdot b' = L \cdot \left(\frac{h_{vz}}{2} + b \right)$$

Pro vsakovací šachtu s propustnými stěnami

$$A_{vsak} = \pi \cdot R'^2 = \pi \cdot \left(R + \frac{h_{vz}}{4} \right)^2$$

L – délka podzemního prostoru

B – šířka podzemního prostoru

B' – šířka vsakovací šachty

h_{vz} – výška propustných stěn, v m

R – poloměr vsakovací šachty

R' – poloměr plochy vsakovací šachty

U tunelových systémů se dá předběžně navrhnout

$$A_{vsak} = (0,1 \text{ až } 0,3) \cdot A_{red}$$

Retenční objem vsakovacího zařízení:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60$$

h_d – úhrn srážek [mm]

A_{red} – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

f – koeficient bezpečnosti vsaku ($f \geq 2$)

k_v – koeficient vsaku [m.s⁻¹]

A_{vsak} – vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m²]

A_{vz} – plocha hladiny vsakovacího zařízení [m²]

T_c – doba trvání srážky určité periodicity [min]

Výpočet se provede pro všechny návrhové úhrny od 5 min do 72 hodin.

Periodicita deště se uvažuje dle *Tabulky č. 2. Návrhová periodicita srážek pro dimenzování vsakovacích zařízení*.

Doba prázdnění:

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

V_{vz} – největší vypočtený objem vsakovacího zařízení [m³]

Q_{vsak} – vsakovaný odtok

Doba prázdnění ≤ 72 hod

D.1.13. Rozbor normy FprEN 16941-1

Evropská norma specifikuje požadavky a doporučení na systémy pro užívání srážkové vody. Jedná se především o návrh, velikost, instalaci, ale také udržování celého systému. Norma se zabývá pouze srážkovou vodou, která nebude použita k osobní hygieně a k přípravě potravin.

Funkce systému zpracování srážkové vody

- Zachycení
- Úprava
- Retence
- Distribuce

D.1.13.1. Návrh zařízení

V rámci návrhu retenční nádrže se musí vzít v potaz množství lokálních srážek, plocha střechy, materiál střechy, systém vnitřních rozvodů srážkové vody, množství znečištění a riziko kontaminace.

Možná rizika znečištění srážkové vody

Plocha konstrukce	Potenciální efekt
Vegetační střecha	Zbarvení
Materiály obsahující živice	Zbarvení
Cementová vlákna	Vymývání
Měděné, olověné, pozinkované střechy	Vysoká koncentrace těžkých kovů
Střechy porušené zvětráním	Vymývání

Úprava vody

- Odstranění hrubých částic před retencí
- Zbavení se drobných částic sedimentací v retenčním zařízení
- Filtrace při odběru v závislosti na dalším využití

Systém na úpravu vody musí být jednoduchý, přístupný, zároveň musí být schopen fungovat při maximálním zatížení a mít hydraulickou efektivitu alespoň 90%. V rámci filtrace vody je vhodné využít více systémů na úpravu, které budou obsahovat lapače, filtry apod.

D.1.13.2. Retence vody

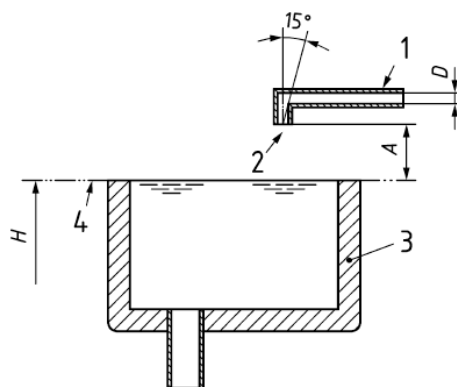
Retenční zařízení na srážkové vody slouží k uchování množství srážkové vody potřebné k využití. Před samotnou retencí se voda musí pročistit. Nádrž musí být chráněna proti mrazu, vysokým teplotám a přímému slunečnímu záření, proto je vhodné ji situovat pod zemí.

Materiály se volí trvalé, především je to beton, polyvinylchlorid, polyetylen, polypropylen apod. Materiál se volí neprůsvitný a všechny komponenty sestavy musí být korozivzdorné.

D.1.13.3. Záložní zdroj vody

V případě nedostatku srážkové vody v systému norma předepisuje nutnost využití jiného zdroje vody. Zásobování jiným zdrojem vody může v tomto případě probíhat buď přes nádrž, která se nachází ve vyšším podlaží, sloužící pro gravitační zásobování nebo zařízení, které vodu tlakuje přímo do rozvodů provozní vody. Velikost záložního zdroje bude pouze taková, která je potřeba k okamžitému využití.

V případě využití pitné vody jako záložního zdroje je nutné vodovod ochránit proti kontaminaci srážkovou vodou v souladu s EN 1717. Mezi srážkovou a pitnou vodou musí být umístěna viditelná, permanentní, vzduchová mezera, aby nemohlo dojít ke kontaktu obou typů vod.



Obrázek 11: Volný výtok [19]

1 – zásobovací trubka

2 – zásobovací otvor

3 – nádrž

4 – hladina přetečení

5 – maximální úhel

A – vzduchová mezera (minimálně 2x průměr trubky nebo 20 mm)

D – vnitřní průměr trubky

H – maximální hladina vody

D.1.13.4. Čerpání vody

Při čerpání vody je nutné dodržet obecné podmínky na provozování. Především je to ochrana proti zamrznutí, ochrana proti nasátí vzduchu a minimalizace vytváření hluku a spotřeby energií.

Při čerpání vody externím čerpadlem neumístěným přímo v nádrži musí být spoje vzduchotěsné a rozvody co nejkratší pro minimalizaci tlakových ztrát. Aby nedocházelo k nasátí vzduchu, musí být na zařízení umístěna zpětná armatura. Sací zařízení má být umístěno tak, aby nenasávalo sedimenty a nečistoty ze dna nádrže.

Je vhodné využívat technologie na monitorování celého systému, jako jsou například senzory hladiny uvnitř nádrže, případně řídicí systém, který kontroluje chod čerpadla na prázdnou.

Voda může být čerpána přímo k zařízení, kde bude využívána, nebo do jiné nádrže, ze které je voda čerpána čerpadlem, případně gravitačně.

D.1.13.5. Dimenzování

Výpočet nátok srážkové vody

$$Y_r = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot n_i$$

Y_r – srážková voda spadená za časovou jednotku [l]

A – horizontální průmět střechy nebo oblasti pro sběr vody [m²]

h – celkové množství spadených srážek za jednotku času (množství musí být stanovené na základě modelu spadených srážek v dané lokalitě za minimální dobu 5ti let) [mm]

e – koeficient drsnosti povrchu [-],

n – účinnost při úpravě vody [-],

Tabulka 7: Koeficient nátok dle FprEN 16941-1 [19]

Povrch	Koeficient nátok
Hladký povrch (sklo, solární panely, kovy)	0,9
Drsný povrch (beton)	0,8
Plochá střecha bez kameniva	0,8
Plochá střecha s kamenivem	0,7
Vegetační střecha rozsáhlá	0,3
Vegetační střecha	0,5
Dlažba	0,5
Asfaltové plochy	0,8

Potřeba srážkové vody za den

$$D_{p,d} = D_p \cdot n$$

$D_{p,d}$ – potřeba srážkové vody za den [l/den]

D_p – potřeba srážkové vody pro jednu osobu [l/den]

n – počet osob

Potřeba srážkové vody za rok

$$D_{p,a} = D_{p,d} \cdot n \cdot 365$$

$D_{p,a}$ – roční potřeba srážkové vody [l/rok]

$D_{p,d}$ – potřeba srážkové vody za den [l/den]

n – počet osob

Velikost nádrže

Velikost nádrže se určuje dle předpokládané doby suchého období v roce. Tato doba se liší pro různé státy.

$$V_1 = D_{N,d} \cdot d_d$$

$D_{N,d}$ – celková potřeba srážkové vody za den [l/den]

$D_{p,d}$ - potřeba srážkové vody za den [l/den]

$D_{f,d}$ – maximální potřeba srážkové vody, která je vztažena k použití osobami (např. mimo zálivku) [l/den]

V – objem nádrže [l]

d_d – zvolená doba sucha	-	Nizozemsko (15 dní)
	-	Velká Británie (18 dní)
	-	Německo (21 dní)

D.1.14. Norma DIN 1989-1

V normě DIN 1989-1 se budu zabývat pouze dimenzováním dle této normy, jelikož se jedná o německou národní normu.

D.1.14.1. Dimenzování

Pro využívání srážkové vody norma předpokládá množství spadených srážek v rozmezí 500 - 800 mm za rok. Velmi hrubý odhad výpočtu objemu retenční nádrže je využitelnost sběrací plochy 25-50 l/m². Zároveň by však pro domácnosti měl být objem vody v nádrži alespoň 800 -1 000 l. Příkladem tohoto využití je čtyřčlenná rodina bydlící v domě o ploše střechy 100 m², kdy je objem nádrže stanoven na 4 m³.

Výpočet nátok srážkové vody

$$E_r = A_A \cdot e \cdot h_n \cdot n$$

E_r – množství zachycené srážkové vody [l/rok]

A_A - horizontální průmět střechy nebo oblasti pro sběr vody [m²]

e – koeficient povrchu [-],

h_N – celkové množství spadených srážek rok

n – hydraulická účinnost filtru

Tabulka 8: Koeficient nátoku dle DIN 1989-1[20]

Skladba povrchu	Koeficient nátoku (e)
Šikmá střecha	0,8
Plochá střecha bez kameniva	0,8
Plochá střecha s kamenivem	0,6
Vegetační střecha rozsáhlá	0,3
Vegetační střecha	0,5
Dlažba	0,5
Asfaltové plochy	0,8

Množství potřebné srážkové vody

$$BW_a = P_d \cdot n \cdot 365$$

BW_a – roční potřeba srážkové vody [l]

P_d – denní potřeba vody na jednu osobu [l/den]

n – počet osob

Tabulka 9: Potřeba vody dle DIN 1989-1

Využití	Denní potřeba vody
Záchody v domácnostech	24 l/os.den
Záchody v administrativě	12 l/os.den
Záchody ve škole	6l/os.den
Zálivka zahrady	60l/m ² .rok
Kropení hřišť	100-200 l/ m ² .rok
Při využití úsporných záchodů 6 l /4,5 l na velké spláchnutí	

Použitelné množství srážkové vody

V rámci výpočtu využitelného objemu srážkové vody je nutné zjistit, kolik srážkové vody nateče do nádrže a jaká potřeba srážkové vody vznikne jejím užíváním v objektu.

$$V_N = \text{minimum z } (BW_A \text{ nebo } E_R) \cdot 0,06$$

V_N – využitelný objem

BW_A - roční potřeba srážkové vody

E_r – množství zachycené srážkové vody [l/rok]

Rezervní voda bude skladována maximálně po dobu 3 týdnů.

D.1.15. Porovnání zjištěných poznatků

Při detailním rozboru norem TNV 75 9011, ČSN 75 9010, FrpEN 16941-1 a DIN 1989-1 jsem došel k následujícím poznatkům.

Při navrhování zařízení pro likvidaci srážkové vody se musí postupovat v souladu s normami TNV 75 9011 a ČSN 75 9010. Před samotným návrhem je nutné provést geologický průzkum v místě stavby. Geologický průzkum je detailně popsán v normě ČSN 75 9010. Je třeba provést vsakovací zkoušku, jejíž hlavním výsledkem pro projektanta je koeficient vsaku. Tento koeficient nám umožňuje zjistit, za jak dlouho se vsákne voda v půdě v závislosti na typu podloží. Dále zjišťuje úroveň hladiny podzemní vody, která musí být minimálně 1 m pod úrovní základové spáry zařízení.

Před samotným návrhem je třeba zjistit, zda není na pozemku stará ekologická zátěž a zjistit míru znečištění vody. Při vodách vysoce znečištěných je tyto vody problematické vsakovat. Při následném návrhu nejprve zjistíme, zda hladina podzemní vody vyhovuje, v případě že ano, postupujeme dále ve výpočtu. Výpočet vsakovacího zařízení je popsán opět v normě ČSN 75 9010.

Pokud je koeficient vsaku vysoký a na pozemku se vyskytuje jílovitá hlína, případně jílu, dochází k situaci, kdy je norma ČSN 75 9010 pro návrh nedostačující. V tomto okamžiku je vhodné sáhnout k odvětvové technické normě vodního hospodářství TNV 75 9011, která popisuje způsob návrhu v případě retenční nádrže. Norma obsahuje přehlednou tabulku, ze které je možno vybrat několik variant řešení. Jedná se například o vsakovací zařízení bez odtoku, s odtokem, retenční nádrž s regulovaným odtokem apod. Do výpočtu se poté neznámé hodnoty dosazují z normy ČSN 75 9010. Obě normy na sebe navzájem navazují a jsou funkčně propojeny.

V případě požadavku na využívání srážkové vody musíme přejít k normám zahraničním. Návrh můžeme provést například podle německé normy DIN 1989-1 nebo podle připravované normy FrpEN 16941-1. Obě normy se zabývají principem využití srážkové vody v budovách způsobem, jaký se dnes využívá. Pokud začneme s návrhem retenční nádrže podle FrpEN 16941-1 dostaneme se do bodu, kdy vypočítáme objem natečené vody za rok.

Objem retenční nádrže je poté nutno stanovit dle násobení celkové denní potřeby srážkové vody počtem obyvatel domu. V této fázi začíná být norma nedostačující a je třeba určit, kolik vody se spotřebuje v zařizovacích předmětech napojených na provozní vodu.

Při určování množství provozní vody je třeba posoudit, jaké jsou v budově zařizovací předměty a jejich počet. U záchodů by bylo vhodné posoudit např. objem spláchnuté vody při velkém spláchnutí a při spláchnutí malém. V dnešní době jsou nádrčky většinou nastavitelné. Pro určení provozní vody se dá použít tabulka v normě DIN 1989-1, která říká, s jakým množstvím vody je nutné počítat při využití zařizovacího předmětu. Po určení objemu provozní vody, která je nutná pro využití lidmi během jednoho dne, se určí objem akumulčního prostoru. Objem akumulčního prostoru nádrže se dle normy FrpEN 16941-1 stanovuje na dobu suchého období v rozmezí 14-21 dní. Voda v nádrži nesmí stagnovat a doba 21 dní je maximální čas, kdy bude voda stát. Podle německé normy DIN 1989-1 se ovšem tento objem neurčuje na periodu 14-21 dní, ale určuje se podle využitelného objemu srážkové vody, který jde vypočítat z celkového ročního zisku srážek.

Všechny normy řešené v diplomové práci se sebou vzájemně souvisí. Ovšem jeden důležitý společný ukazatel, společný v normě evropské, německé i české je roční nátok srážkové vody. V DIN 1989-1 a FrpEN 16941-1 nejsou plochy zcela rozděleny podle sklonu. V ČSN 75 9010 jsou udány i sklonové poměry. U sloupce ψ je uvedeno rozmezí, jakých hodnot může koeficient nabývat při sklonech ($<1^\circ$, $1-5^\circ$, $>5^\circ$).

Tabulka 10: Porovnání koeficientů nátoku

Povrch	FrpEN 16941-1 e	DIN 1989-1 e	ČSN 75 9010 ψ
Šikmé střechy s nepropustnou horní vrstvou	0,9	0,9	1,0
Plochá střecha bez kameniva	0,8	0,8	1,0
Plochá střecha s kamenivem	0,7	0,6	0,7-0,9
Vegetační střecha rozsáhlá	0,3	0,3	0,4-0,7
Vegetační střecha	0,5	0,5	0,4-0,7
Dlažba	0,5	0,5	0,5
Asfaltové plochy	0,8	0,8	0,7-0,9

Jak je z tabulky patrné, hodnoty zisku srážkové vody se mohou výrazně lišit a to běžně o 10-20% dle způsobu zvoleného návrhu. Nutno také podotknout, že koeficient ψ znamená horní mez při výpočtu, v případě zahraničních norem však počítáme s minimem nátoku.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Tomáš Kousal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2018

B1. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Část B diplomové práce obsahuje návrh technických řešení kanalizace, rozvodu provozní vody a varianty řešení. V rámci technického řešení je popsáno vybrané řešení, zpracováno i pomocí výkresové dokumentace a je dále vypočítáno ve výpočtové části C. Varianty jsou spolu porovnány a vyhodnoceny. K variantě, která není řešena v projektu, je vypracována stručná technická zpráva a výkresová dokumentace. Posledním bodem této části je vypracování odborného posudku pro dotační program Dešťovka.

B.1.1.Návrh technického řešení kanalizace

V rámci technického řešení se budu zabývat dešťovou kanalizací. Voda bude odváděna ze střech před dvě střešní vpusti v místě terasy a 4 svodná potrubí vedoucí od žlabů ze šikmé střechy. Materiálem potrubí bude v případě vnitřního potrubí SKOLAN, v případě potrubí vnějšího lakovaný pozinkovaný plech ústící do lapače střešních splavenin HL660E. Střešní vtoky na terase budou osazeny HL 62.1/1 s elektrickým ohřevem, chránící vtok proti zamrznutí. Tímto bude zaručeno odfiltrování nejhrubších nečistot. Potrubí dešťové kanalizace bude spojeno a svedeno do retenční nádrže s akumulačním prostorem. V retenční nádrži bude umístěn filtr AS-PURAIN DN150, který bude dále filtrovat nečistoty ve vodě. Jeho přepad bude vyveden do splaškové kanalizace. Čistá voda ze střechy bude do nádrže přiváděna uklidněným nátokem. Na dně retenční nádrže bude část nevyužitelného objemu, sloužící k sedimentaci. Odvod srážkových vod bude řízen pomocí regulovaného odtoku systémem AS-NINDAFLOW průtokem 0,5 l/s. V případě vyčerpání retenčního objemu nádrže bude za vírovým ventilem umístěna trouba PVC-KG DN150, sloužící jako přepad. Na potrubí bude dále umístěna vstupní betonová šachta s rovným dnem, ve které bude umístěna zpětná klapka, jako ochrana proti vzduté vodě. Ze šachty k přípojce bude vodu odvádět litinová trouba DN150.

B.1.2.Návrh technického řešení vodovodu

V tomto bodě se budu zabývat rozvodem provozní vody pro dům. Rozvod provozní vody začíná v místě sání, a to v retenční nádrži. Voda bude nasávána přes sací koš se zpětnou klapkou a plovákem přes PVC hadici. Následně se napojí na potrubí HDPE a prochází stěnou retenční nádrže až do objektu. V objektu je potrubí z materiálu PPR PN 20 vedeno pod stropem 1. PP až k automatické tlakové stanici WILO RAINSYSTEM AF 150. K AT stanici je také přes vodoměr přivedena pitná voda, v případě nedostatku vody dešťové. Doplnění je

zcela automatické a probíhá přes volný výtok se vzduchovou mezerou splňující požadavky normy ČSN EN 1717. Na výtlaku z AT stanice je umístěn filtr HYDRA RAINMASTER DUO, skládající se ze dvou filtrů. Jeden filtr je čistě mechanický s nerezovou vložkou a automatickým zpětným proplachem napojeným na kanalizaci. Druhý filtr, polypropylenový, zajišťuje filtraci na úrovni 10 mcr, dostačující pro využívání vody na praní prádla v pračkách. Filtry jsou napojeny obtokem, aby se daly čistit a vyměnit a byla zaručena nepřetržitá dodávka provozní vody bez výpadku. Od AT stanice je voda vedena ve stupačce V2 až ke koncovým zařizovacím předmětům. Zařizovací předměty jsou všechny záchody, pisoáry, nádržky výlevků a pračky v objektu. Pod stupačkou V2 je umístěn vypouštěcí kohout a kulový kohout na uzávěr vody.

B2. ŘEŠENÍ ZAŘÍZENÍ NA LIKVIDACI SRÁŽKOVÝCH VOD

Jelikož se jedná o novostavbu polyfunkčního domu, požaduje norma TNV 75 9011 posouzení proveditelnosti vsakovacího zařízení. K navržení vsakovacího zařízení je třeba určit koeficient vsaku pomocí geologického průzkumu. Na pozemku nebyl dosud proveden geologický průzkum a tím pádem se návrh stává poměrně problematický. Ve variantách budu řešit způsob likvidace srážkových vod pro různé koeficienty vsakování.

B.2.1.VARIANTA I – Likvidace srážkových vod v případě jílovito-hlinité půdy na pozemku

Vsakovací zařízení bude nadimenzováno dle normy TNV 75 9011 a ČSN 75 9010. Norma požaduje posoudit proveditelnost vsakovacího zařízení na pozemku jako první krok v návrhu. Na pozemku se nachází jílovitá hlína.

Plošné vsakování srážkových vod

Objekt polyfunkčního domu má průmět plochy střechy 402,1 m². Sklon střechy se uvažuje do 5%. Objekt se nachází v Kroměříži. Na pozemku se nachází jílovitá hlína o koeficientu vsaku $k_v = 5 \cdot 10^{-6}$. Součinitel bezpečnosti vsaku je určen bodem 6.2.3. ČSN 75 9010 a doporučuje se $f \geq 2$. Cílem je navržení plošného zařízení vsakování vod.

V první fázi posouzení je třeba vybrat z tabulky 3. objekt vsakování. V případě plošného vsakování nemá objekt retenční objem.

Hydrologická bilance:

$$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot \frac{t}{1000} = 3600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$$

$$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot \frac{t}{1000} = 3600 \cdot \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t$$

$$A_{vsak} = \frac{A_{red}}{\frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot k_v}{f \cdot i} - 1}$$

Z hydrogeologického hlediska má rovnice řešení pouze v případě, že

$$k_v \geq \frac{f \cdot i}{3,6 \cdot 10^6}$$

Výpočet vsakovací plochy:

Redukovaná plocha střechy s nepropustnou horní vrstvou, dle tabulky 1 v normě 75 9010

$$\psi = 1,0 \quad A_{red} = A \cdot \psi_m = 402,1 \cdot 1 = 402,1 \text{ m}^2$$

Intenzita deště pro účely navrhování plošné vsakovací nádrže bez retenčního objemu se určuje jako 15 min déšť s periodicitou $0,2 \cdot \text{rok}^{-1}$. Tabulka uvádí hodnotu 21 mm.

$$i = \frac{h_d}{t} = \frac{21}{15} = 1,4 \text{ mm/min} = 84 \text{ mm/hod}$$

$$k_v \geq \frac{2,84}{3,6 \cdot 10^6}$$

$$k_v \geq 4,66 \cdot 10^{-5}$$

NEVYHOVUJE

Není možné navrhnout plošné vsakovací zařízení pro zadaný objekt.

Podzemní vsakovací zařízení s retencí

Objekt polyfunkčního domu má průmět plochy střechy $402,1 \text{ m}^2$. Sklon střechy se uvažuje do 5%. Objekt se nachází v Kroměříži. Na pozemku se nachází hlína o koeficientu vsaku $k_v = 5 \cdot 10^{-6}$. Součinitel bezpečnosti vsaku je určen bodem 6.2.3. ČSN 75 9010 a doporučuje se $f \geq 2$. Cílem je navržení podzemního vsakovacího zařízení s retencí.

Hydrologická bilance:

$$i \cdot \left(A_{red} \cdot \frac{t}{1000} \right) = 3600 \cdot Q_{vsak} \cdot t + V$$

$$\frac{i \cdot A_{red} \cdot t}{1000} = 3600 \cdot Q_{vsak} \cdot t + V$$

$$i \cdot A_{red} \cdot t = 3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{vsak} \cdot t + V \cdot 1000$$

$$V = 0,001(i \cdot A_{red} \cdot t - 3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{vsak} \cdot t)$$

Vsakovaný odtok Q_{vsak} se stanoví:

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot b' \cdot l_r = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot \left(b_r + \frac{h_r}{2}\right) \cdot l_r$$

b_r – šířka vsakovací plochy rýhy

b'_r – hloubka podzemní rýhy

l_r – je délka rýhy

Stanovení doby prázdnění vsakovacího zařízení

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}; T_{pr} < 72 \text{ hod}$$

Výpočet pro vsakovací tunely GARANTIA 2x + GARANTIA TWIN:

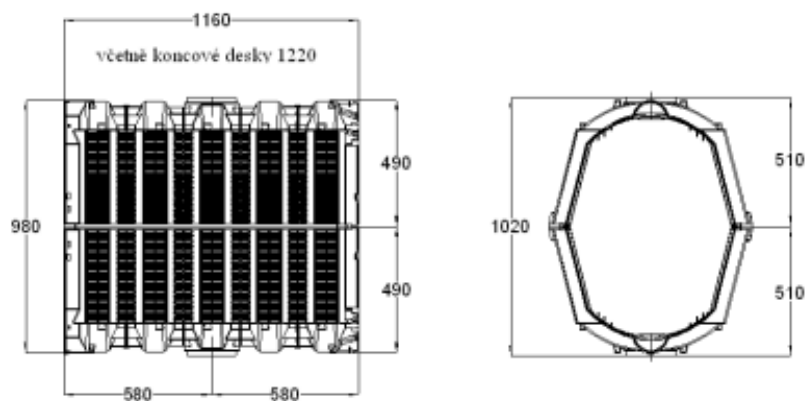
Vsakovaný odtok Q_{vsak} pro 5 tunelů umístěných za sebe

$$Q_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot ((800 + 510.2) \cdot 2 + (800 + 510.4)) \cdot 5800$$

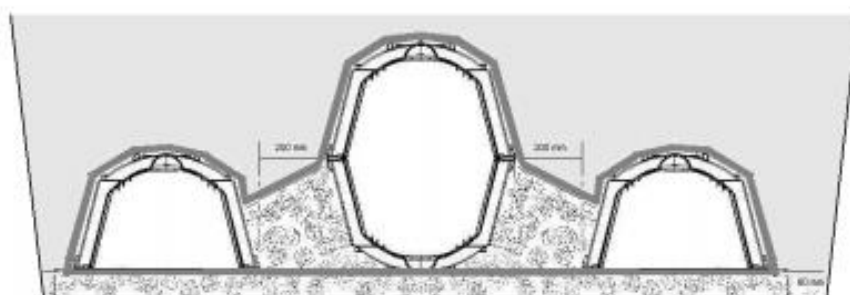
$$Q_{vsak} = 9,396 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$A_{vsak} = 6,48 \text{ m}^2 / 1 \text{ m}$$

$$V_{nádrže} = 1200 \text{ l} / 1,16 \text{ m}$$



Obrázek 12: Vsakovací tunel Garantia rozměry [19]



Obrázek 13: Kombinace tří vsakovacích tunelů vedle sebe [19]

Objem retenčního prostoru:

$$V = 0,001(h_d \cdot A_{red} \cdot 60 - 3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{vsak} \cdot t)$$

Tabulka 11: Výpočet objemu retenční nádrže, varianta I.I

tc	hd	Vr
[min]	[mm]	[m3]
5,00	12,00	4,80
10,00	18,00	7,18
15,00	21,00	8,36
20,00	23,00	9,14
30,00	25,00	9,88
40,00	27,00	10,63
60,00	29,00	11,32
120,00	35,00	13,40
240,00	39,00	14,33
360,00	44,00	15,66
480,00	49,00	17,00
600,00	50,00	16,72
720,00	51,00	16,45
1080,00	54,00	15,62
1440,00	55,00	14,00
2880,00	73,00	13,12
4320,00	85,00	9,82

Retenční objem minimálně 17 m³. => zvětšení množství vsakovacích bloků

Vsakovaný odtok Q_{vsak} pro 9 bloků umístěných za sebe

$$Q_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot ((800 + 510 \cdot 2) \cdot 2 + (800 + 510 \cdot 4)) \cdot 10,44$$

$$Q_{vsak} = 1,69 \cdot 10^{-4} m^3 \cdot s^{-1}$$

$$A_{vsak} = 6,48 m^2 / 1m$$

$$V_{nádrže} = 1200 l / 1,16 m$$

Tabulka 12: Výpočet objemu retenční nádrže, Varianta I.II

tc	hd	Vr
[min]	[mm]	[m3]
5,00	12,00	4,77
10,00	18,00	7,14
15,00	21,00	8,29
20,00	23,00	9,05
30,00	25,00	9,75
40,00	27,00	10,45
60,00	29,00	11,05
120,00	35,00	12,86
240,00	39,00	13,25
360,00	44,00	14,04

480,00	49,00	14,84
600,00	50,00	14,02
720,00	51,00	13,21
1080,00	54,00	10,76
1440,00	55,00	7,51
2880,00	73,00	0,15
4320,00	85,00	-9,63

$$V_{\text{nádrže}} = 1,2 \cdot 10,44 = 12,53 \text{ m}^3 \quad \Rightarrow \text{objem není dostatečný}$$

Zemina nemá dostatečnou propustnost pro návrh tohoto zařízení. Poměry na pozemku neumožňují vsáknutí srážek.

Výpočet pro vsakovací tunely EcoBloc:



Obrázek 14: Vsakovací blok EcoBloc Inspect [20]

Vsakovací odtok Q_{vsak} pro 10 řad bloků vedle sebe, délky 9,6 m

$$Q_{\text{vsak}} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot ((800 \cdot 10) \cdot 9600 + (320 \cdot 4) \cdot 9600)$$

$$Q_{\text{vsak}} = 2,227 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$A_{\text{vsak}} = 9,28 \text{ m}^2 / 1 \text{ m}$$

$$V_{\text{nádrže}} = 1200 \text{ l} / 1,16 \text{ m}$$

Tabulka 13: Výpočet objemu retenční nádrže, varianta I.III

tc	hd	Vr
[min]	[mm]	[m3]
5,00	12,00	4,76
10,00	18,00	7,10
15,00	21,00	8,24
20,00	23,00	8,98
30,00	25,00	9,64
40,00	27,00	10,31
60,00	29,00	10,84
120,00	35,00	12,44
240,00	39,00	12,41
360,00	44,00	12,78
480,00	49,00	13,16
600,00	50,00	11,93
720,00	51,00	10,69
1080,00	54,00	6,99
1440,00	55,00	2,49
2880,00	73,00	-9,91
4320,00	85,00	-24,71

Stanovení odstupové vzdálenosti

Hloubka hladiny podzemní vody 1,90 m pod terénem (rozdíl výšek)

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = \frac{h + 0,5}{15 \cdot k_v^{0,25}}$$

$$X_1 = \frac{1,55 + 0,5}{15 \cdot (5 \cdot 10^{-6})^{0,25}} + 2 = 4,89 \text{ m}$$

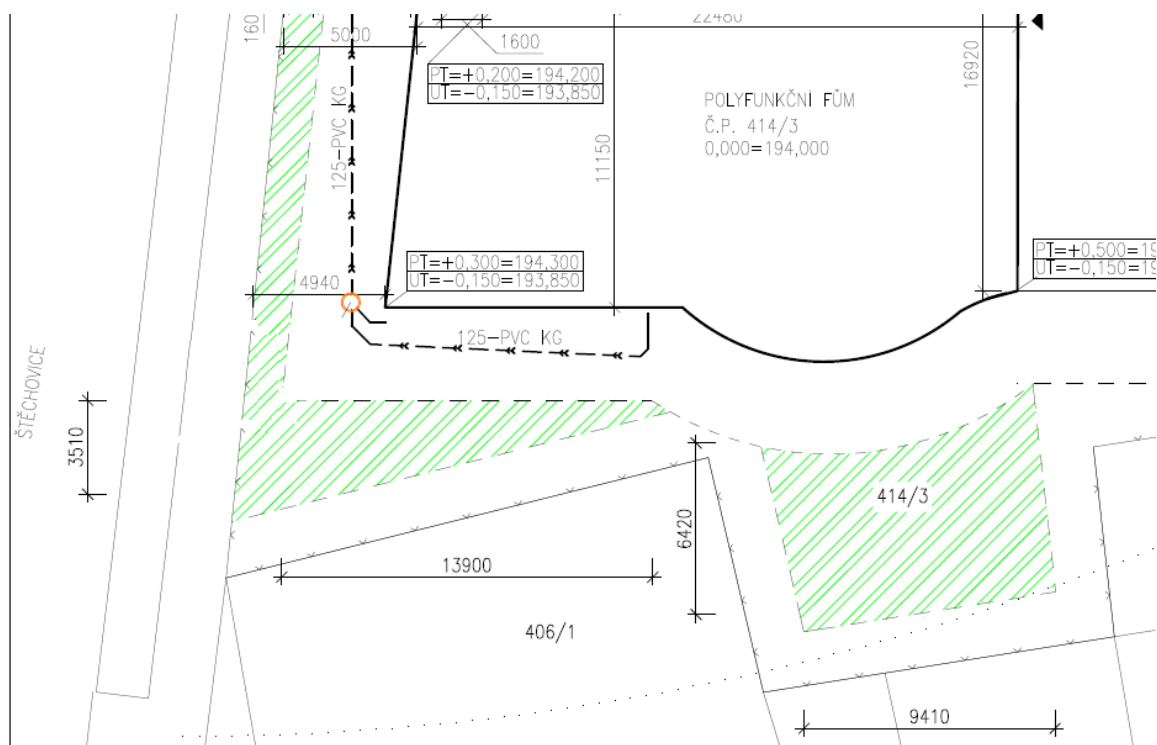
Hloubka hladiny podzemní vody 2,90 m pod terénem

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = \frac{h + 0,5}{15 \cdot k_v^{0,25}}$$

$$X_1 = \frac{0,55 + 0,5}{15 \cdot (5 \cdot 10^{-6})^{0,25}} + 2 = 3,48 \text{ m}$$

Odstupové vzdálenosti od okolních budov minimálně 5,31 m při hloubce hladiny podzemní vody 2,90 m pod terénem. Úroveň základové spáry vsakovacího zařízení cca. 3,90 m pod terénem.



Obrázek 15: Situace

Eventuální umístění na pozemku při odstupové vzdálenosti 3,48 m od budovy a 2 m od sousedních budov.

Retenční nádrž s akumulačním objemem je řešena ve výpočtové části diplomové práce.

B.2.2.VARIANTA II – Likvidace srážkových vod v případě hlinito-písčité půdy na pozemku

Vsakovací zařízení bude nadimenzováno dle normy TNV 75 9011 a ČSN 75 9010. Norma požaduje posoudit proveditelnost vsakovacího zařízení na pozemku jako první krok v návrhu. Na pozemku se nachází hlinito-písčitá půda.

Plošné vsakování srážkových vod

Objekt polyfunkčního domu má průmět plochy střechy 402,1 m². Sklon střechy se uvažuje do 5%. Objekt se nachází v Kroměříži. Na pozemku se nachází jílovitá hlína o koeficientu vsaku $k_v = 5 \cdot 10^{-4}$. Součinitel bezpečnosti vsaku je určen bodem 6.2.3. ČSN 75 9010 a doporučuje se $f \geq 2$. Cílem je navržení plošného zařízení vsakování vod.

V první fázi posouzení je třeba vybrat z tabulky 3. objekt vsakování. V případě plošného vsakování nemá objekt retenční objem.

Hydrologická bilance:

$$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot \frac{t}{1000} = 3600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$$

$$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot \frac{t}{1000} = 3600 \cdot \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t$$

$$A_{vsak} = \frac{A_{red}}{\frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot k_v}{f \cdot i} - 1}$$

Z hydrogeologického hlediska má rovnice řešení pouze v případě, že

$$k_v \geq \frac{f \cdot i}{3,6 \cdot 10^6}$$

Výpočet vsakovací plochy:

Redukovaná plocha střechy s nepropustnou horní vrstvou, dle tabulky 1 v normě 75 9010

$$\psi = 1,0 \quad A_{red} = A \cdot \psi_m = 402,1 \cdot 1 = 402,1 \text{ m}^2$$

Intenzita deště pro účely navrhování plošné vsakovací nádrže bez retenčního objemu se určuje jako 15 min déšť s periodicitou 0,2.rok⁻¹. Tabulka uvádí hodnotu 21 mm.

$$i = \frac{h_d}{t} = \frac{21}{15} = 1,4 \text{ mm/min} = 84 \text{ mm/hod}$$

$$k_v \geq \frac{2,84}{3,6 \cdot 10^6}$$

$$k_v \geq 4,66 \cdot 10^{-5}$$

$$A_{vsak} = \frac{402,1}{\frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{2,84} - 1} = 41,39 \text{ m}^2$$

Plošné vsakovací zařízení musí mít plochu 41,39 m².

Plošné vsakování není v případě polyfunkčního domu vhodné. Objekt bude využívat dešťovou vodu z akumulární nádrže, ze které bude voda odváděna do vsakovacího zařízení. Hladina pro plošné vsakování by tedy musela být 2 m pod povrchem. Z tohoto důvodu je vhodnější volit podzemní vsakovací zařízení s retencí.

Podzemní vsakovací zařízení s retencí

Objekt polyfunkčního domu má průmět plochy střechy 402,1 m². Sklon střechy se uvažuje do 5%. Objekt se nachází v Kroměříži. Na pozemku se nachází hlína o koeficientu vsaku $k_v = 5 \cdot 10^{-4}$. Součinitel bezpečnosti vsaku je určen bodem 6.2.3. ČSN 75 9010 a doporučuje se $f \geq 2$. Cílem je navržení podzemního vsakovacího zařízení s retencí.

Hydrologická bilance:

$$i \cdot \left(A_{red} \cdot \frac{t}{1000} \right) = 3600 \cdot Q_{vsak} \cdot t + V$$

$$\frac{i \cdot A_{red} \cdot t}{1000} = 3600 \cdot Q_{vsak} \cdot t + V$$

$$i \cdot A_{red} \cdot t = 3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{vsak} \cdot t + V \cdot 1000$$

$$V = 0,001(i \cdot A_{red} \cdot t - 3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{vsak} \cdot t)$$

Vsakovaný odtok Q_{vsak} se stanoví:

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot b'_{r'} \cdot l_r = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot \left(b_r + \frac{h_r}{2}\right) \cdot l_r$$

b_r – šířka vsakovací plochy rýhy

$b'_{r'}$ – hloubka podzemní rýhy

l_r – je délka rýhy

Stanovení doby prázdnění vsakovacího zařízení

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

$$T_{pr} < 72 \text{ hod}$$

Výpočet pro vsakovací tunely GARANTIA 2x + GARANTIA TWIN:

Vsakovaný odtok Q_{vsak} pro 4 tunelů umístěných za sebe

$$Q_{vsak} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot ((800 + 510 \cdot 2) \cdot 2 + (800 + 510 \cdot 4)) \cdot 4,64$$

$$Q_{vsak} = 7,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$A_{vsak} = 6,48 \text{ m}^2 / 1 \text{ m}$$

$$V_{nádrže} = 1200 \text{ l} / 1,16 \text{ m}$$

Objem retenčního prostoru:

$$V = 0,001(h_d \cdot A_{red} \cdot 60 - 3,6 \cdot 10^6 \cdot Q_{vsak} \cdot t)$$

Tabulka 14: Výpočet objemu retenční nádrže, varianta II

tc	hd	Vr
[min]	[mm]	[m3]
5,00	12,00	2,58
10,00	18,00	2,74
15,00	21,00	1,69
20,00	23,00	0,25
30,00	25,00	-3,45
40,00	27,00	-7,14
60,00	29,00	-15,34
120,00	35,00	-39,93
240,00	39,00	-92,32
360,00	44,00	-144,31

480,00	49,00	-196,30
600,00	50,00	-249,90
720,00	51,00	-303,49
1080,00	54,00	-464,29
1440,00	55,00	-625,88
2880,00	73,00	-1266,65
4320,00	85,00	-1909,82

Při zmenšení počtu tunelů na 3 je objem retence nedostačující.

$$T_{pr} = \frac{2,74}{7,51 \cdot 10^{-3}} = 0,10 \text{ hod}$$

$$T_{pr} < 72 \text{ hod}$$

Stanovení odstupové vzdálenosti

Hloubka hladiny podzemní vody 1,90 m pod terénem (rozdíl výšek)

$$X = X_1 + X_2$$

$$X_1 = \frac{h + 0,5}{15 \cdot k_v^{0,25}}$$

$$X_1 = \frac{1,55 + 0,5}{15 \cdot (5 \cdot 10^{-4})^{0,25}} + 2 = 2,91 \text{ m}$$

Hloubka hladiny podzemní vody 2,90 m pod terénem

$$X = X_1 + X_2$$

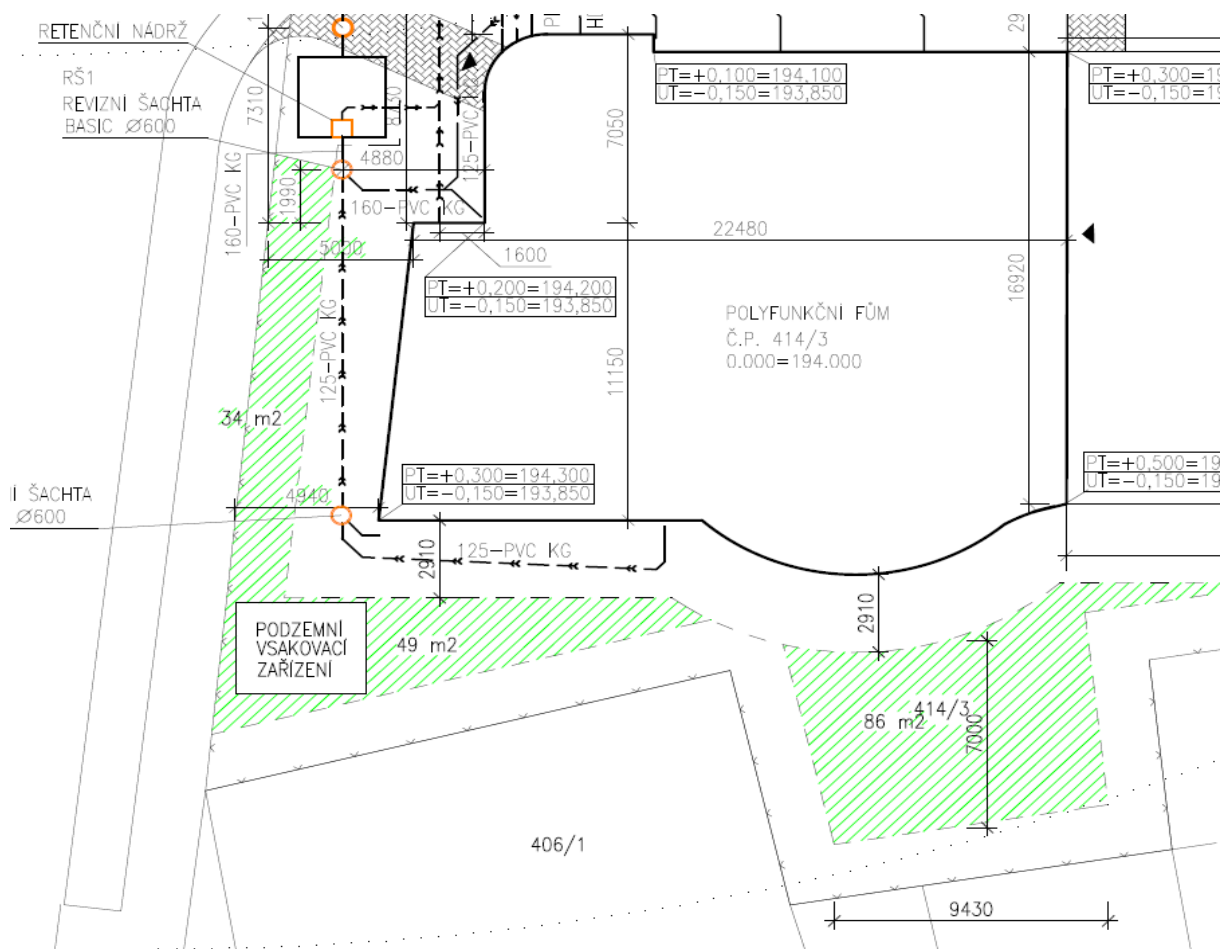
$$X_1 = \frac{h + 0,5}{15 \cdot k_v^{0,25}}$$

$$X_1 = \frac{0,55 + 0,5}{15 \cdot (5 \cdot 10^{-6})^{0,25}} + 2 = 2,46 \text{ m}$$

Odstupové vzdálenosti od okolních budov minimálně 2,91 m při hloubce hladiny podzemní vody 1,90 m pod terénem. Úroveň základové spáry vsakovacího zařízení cca. 2,90 m pod terénem.

Šířka zařízení 3 400 mm

Délka zařízení 4 480 mm



Obrázek 16: Situace 2

Umístění podzemního vsakovacího zařízení s retencí na pozemku

B.2.3. Vyhodnocení navržených variant

V případě výskytu jílovito-hlinité půdy není možné na pozemku navrhnout vsakovací zařízení. Prostor pro vsakovací zařízení není tak dostatečný, aby se množství srážek dokázalo zasáknout do zeminy. Zvětšení vsakovací plochy pomocí rozšíření o další bloky není přípustné, protože by zasahovaly na sousední pozemky. V tomto případě musí být volena varianta retenční nádrže s akumulačním prostorem a regulovaným odtokem do dešťové kanalizace. Tato varianta je detailně popsána i spočítána ve výpočtové části práce.

V případě přítomnosti hlinito-písčité půdy na pozemku je vhodné navrhnout podzemní vsakovací zařízení. Podzemní vsakovací zařízení pro daný objekt bude mít šířku 3,4 m, délku 4,64 m a retenční objem 4,80 m³. Umístění zařízení na pozemku musí dodržovat odstupové vzdálenosti od sousedních budov, které jsou dány výpočtem výše.

Pro zpracování vybrané varianty v diplomové práci volím VARIANTU 1. – retenční nádrž s akumulačním objemem. VARIANTA 2. je dále rozpracována ve druhém výkresu situace a popsána stručnou technickou zprávou.

B.2.4. Stručná technická zpráva kanalizace

Kanalizace odvádějící vodu ze střech bude svedena do země dvěma střešními vtoky v místě terasy a čtyřmi svodnými potrubími, které vedou od žlabů u šikmých střech. Materiál vnitřního svodného potrubí je PP-HT, materiál potrubí vnějšího lakovaný pozinkovaný plech. Střešní vtoky jsou osazeny HL 62.1/1 s elektrickým ohříváním, bránícím zamrznutí vtoku. Svodná potrubí od žlabů budou u země osazena lapači střešních splavenin HL660E. Materiál potrubí v zemi je PVC-KG, které se spojí a bude svedeno do retenční nádrže. Retenční nádrž bude mít akumulační objem 10,5 m³. V nádrži je navržen systém filtrace AS-PURAIN 150, který nečistoty odfiltruje do splaškové kanalizace. Čistá voda je přivedena uklidněným nátokem pro zamezení víření. Nad akumulačním objemem nádrže bude umístěna trubka PVC-KG DN160, vedoucí přebytečnou vodu do vsakovacího zařízení. Vsakovací zařízení se bude nacházet v západním rohu pozemku a bude mít rozměry 4 480 x 3 400 mm. Vsakovací zařízení bude tvořeno 2x tunelem Garantia a uprostřed 1x tunelem Garantia Twin. Celkový objem vsakovacího zařízení je 3,6 m³, čímž bude pokryt největší srážkový úhrn při 10 min dešti 2,74 m³. Vsakovací zařízení musí být umístěno v souladu s odstupovými vzdálenostmi od sousedních objektů a to 2,91 m od navrhované budovy a 2,0 m od budovy na sousední parcele. V případě naplnění objemu vsakovacího zařízení bude umožněno přetečení retenční nádrže mřížovým poklopem.

B3. NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ VYUŽÍVÁNÍ PROVOZNÍ VODY

V rámci variant řešení rozvodu provozní vody budu řešit možnosti zásobování provozní vodou různých zařizovacích předmětů. Následně výsledky srovnám zejména z ekonomického hlediska.

B.3.1.VARIANTA I. – budova bude zásobována pouze pitnou vodou

1. NP – 1 x VL, 4 x WC, 1x PM
2. NP – 1 x VL, 3 x WC, 1 x PM
3. NP – 2 x WC, 2 x AP
4. NP – 2x WC, 2 x AP

Potřebu provozní vody navrhuji dle DIN 1989-1

V administrativě bude pracovat 30 pracovníků, byty jsou určeny pro 12 obyvatel.

Záchody v bytové části – 24 l/ os.den

Záchody v administrativní části – 12 l/ os.den

Pračka v bytech – 12 l/ os.den

Výlevky v administrativní části – 20 l / výlevka.den

Denní potřeba pitné vody

$$V_p = 30 \cdot 12 + 2 \cdot 20 + 12 \cdot (24 + 12) = 832 \text{ l / den}$$

Pro administrativu se uvažuje využití kanceláří po 250 dní v roce.

Pro bytové jednotky se předpokládá využití 365 dní v roce.

Roční potřeba v administrativě a bytech

$$V_a = (30 \cdot 12 + 20 \cdot 2) \cdot 250 = 100,0 \text{ m}^3$$

$$V_b = 12 \cdot (24 + 12) \cdot 365 = 157,68 \text{ m}^3$$

Roční potřeba pitné vody

$$V = V_a + V_b = 257,68 \text{ m}^3/\text{rok}$$

B.3.2.VARIANTA II. – provozní vodou bude zásobována pouze administrativní část

1. NP – 1 x VL, 4 x WC, 1x PM
2. NP – 1 x VL, 3 x WC, 1 x PM

Denní potřeba provozní vody

$$V_p = 30.12 + 2.20 = 400 \text{ l /den}$$

Roční potřeba provozní vody

$$V = 400.250 = 100 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Tabulka 15: Zásobování provozní vodou, varianta II

Prvek	Množství	Cena [Kč]
Retenční nádrž	1 ks	60 000
Hrubá filtrace v retenční nádrži	1 ks	30 300
Jemná filtrace na výtlačku	1 ks	2 329
Rozvody vody	60 m	18 000
Čerpací stanice WILO AF Basic	1 ks	40 108
Vodoměry	4 ks	2000
Celkem		152 329 Kč

B.3.3.VARIANTA III. – provozní vodou budou zásobovány všechny zařizovací předměty kromě praček

Cílem varianty zásobování vybraných zařizovacích předmětů provozní vodou je vyřešit vnitřní rozvod provozní vody. Provozní vodou budou zásobovány tyto zařizovací předměty:

1. NP – 1 x VL, 4 x WC, 1x PM
2. NP – 1 x VL, 3 x WC, 1 x PM
3. NP – 2 x WC
4. NP – 2x WC

Denní potřeba provozní vody

$$V_p = 30.12 + 2.20 + 12.(24) = 688 \text{ l / den}$$

$$V_a = (30.12 + 20.2).250 = 100,00 \text{ m}^3$$

$$V_b = 12.24.365 = 105,12 \text{ m}^3$$

Roční potřeba provozní vody

$$V = V_a + V_b = 205,12 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Tabulka 16: Zásobování provozní vodou, varianta 3.

Prvek	Množství	Cena [Kč]
Retenční nádrž	1 ks	60 000
Hrubá filtrace v retenční nádrži	1 ks	30 300
Jemná filtrace na výtlaku	1 ks	2 329
Rozvody vody	60 m	18 000
Čerpací stanice WILO AF 150	1 ks	95 723
Vodoměry	4 ks	4 000
Celkem		210 043 Kč

B.3.4. VARIANTA IV. – řešení zásobování vodou všech možných zařizovacích předmětů

1. NP – 1 x VL, 4 x WC, 1x PM
2. NP – 1 x VL, 3 x WC, 1 x PM
3. NP – 2 x WC, 2 x AP
4. NP – 2x WC, 2 x AP

Denní potřeba provozní vody

$$V_p = 30.12 + 2.20 + 12.(24+12) = 832 \text{ l / den}$$

Roční potřeba v administrativě a bytech

$$V_a = (30.12 + 20.2).250 = 100,0 \text{ m}^3$$

$$V_b = 12.(24+12).365 = 157,68 \text{ m}^3$$

Roční potřeba provozní vody

$$V = V_a + V_b = 257,68 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Průměrný roční nátok srážkové vody

Výpočet nátok srážkové vody je proveden dle EN 16 941 – 1.

$$Y_r = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot n_i$$

$$Y_r = 402,1.0,8.0,98.786 = 247,72 \text{ m}^3/\text{rok}$$

$$A = 402 \text{ m}^2$$

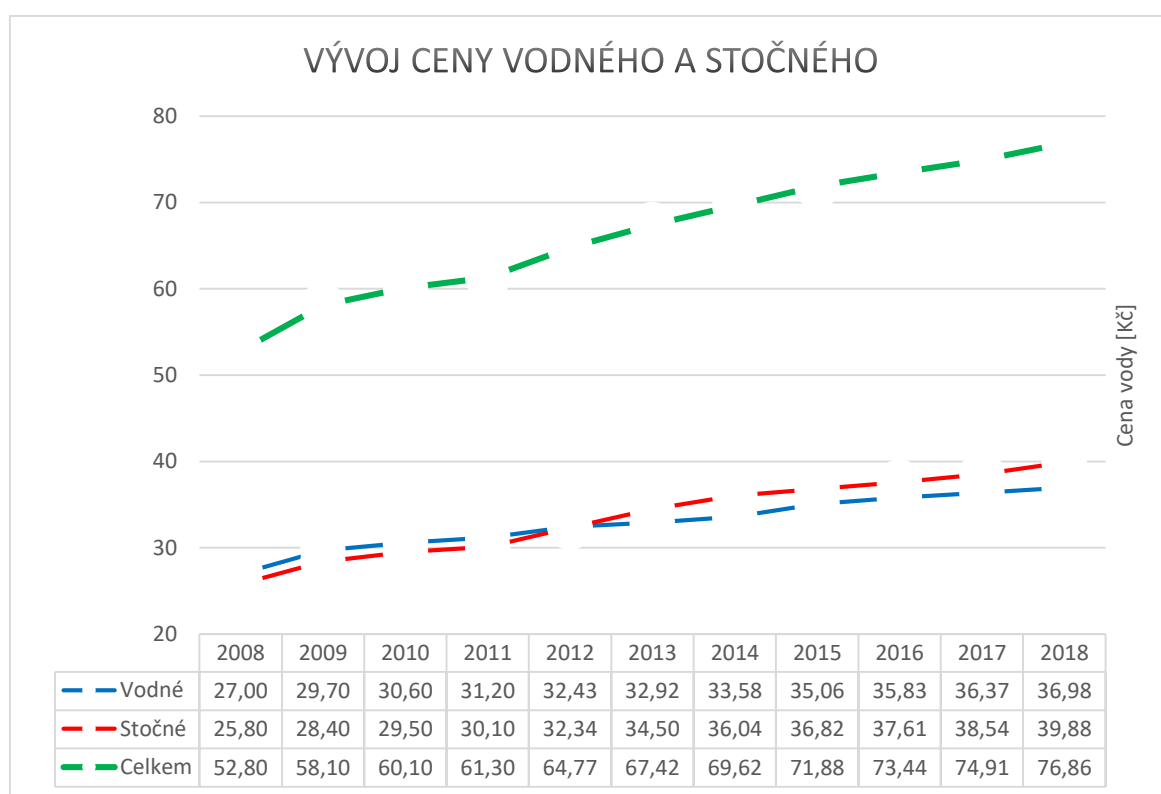
Srážkový normál pro Zlínský kraj $h_i = 786 \text{ mm}$

$$\text{Úspora oproti předchozí variantě } 247,72 - 205,12 = 42,6 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Při využití vody pro praní prádla je nutné zohlednit filtraci vody na výtlačku z AT stanice. Filtrace pro pračky musí být doplněna filtrem, který zachycuje drobné částice. Tento filtr se musí dvakrát do roka měnit.

B.3.5. Vyhodnocení navržených variant

Vzhledem k narůstající spotřebě vody je vhodné volit co nejvíce ekonomickou variantu z dlouhodobého hlediska. Na Kroměřížsku jsem zmapoval cenu vodného a stočného od společnosti Vody a kanalizace Kroměříž, a. s.



Obrázek 17: Vývoj ceny vodného a stočného na Kroměřížsku

Ze získaných informací lze předpokládat, že se cena vodného i stočného bude nadále zvyšovat. V případě konstantního zvyšování ceny vodného, jako tomu bylo doposud, lze vypočítat návratnost investice do zásobování budovy srážkovou vodou. Poznatky jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 17: Výpočet roční úspory

Rok	Rok v pořadí	Předpokládaná cena vodného [Kč]	Varianta II.	Varianta III.	Varianta III.
			Roční úspora v [Kč]	Roční úspora v [Kč]	Roční úspora v [Kč]
2018	1	36,98	3 698,00	7 585,34	8 660,69
2019	2	37,78	3 778,00	7 749,43	8 858,86
2020	3	38,58	3 858,00	7 913,53	9 057,04
2021	4	39,38	3 938,00	8 077,63	9 255,21
2022	5	40,18	4 018,00	8 241,72	9 453,39
2023	6	40,98	4 098,00	8 405,82	9 651,57
2024	7	41,78	4 178,00	8 569,91	9 849,74
2025	8	42,58	4 258,00	8 734,01	10 047,92
2026	9	43,38	4 338,00	8 898,11	10 246,09
2027	10	44,18	4 418,00	9 062,20	10 444,27
2028	11	44,98	4 498,00	9 226,30	10 642,45
2029	12	45,78	4 578,00	9 390,39	10 840,62
2030	13	46,58	4 658,00	9 554,49	11 038,80
2031	14	47,38	4 738,00	9 718,59	11 236,97
2032	15	48,18	4 818,00	9 882,68	11 435,15
2033	16	48,98	4 898,00	10 046,78	11 633,33
2034	17	49,78	4 978,00	10 210,87	11 831,50
2035	18	50,58	5 058,00	10 374,97	12 029,68
2036	19	51,38	5 138,00	10 539,07	12 227,85
2037	20	52,18	5 218,00	10 703,16	12 426,03
2038	21	52,98	5 298,00	10 867,26	12 624,21
2039	22	53,78	5 378,00	11 031,35	12 822,38
2040	23	54,58	5 458,00	11 195,45	13 020,56
2041	24	55,38	5 538,00	11 359,55	13 218,73
2042	25	56,18	5 618,00	11 523,64	13 416,91
Celková úspora			116 450,00	238 862,24	275 969,94

Tabulka 18: Výpočet návratnosti

Rok	Rok v pořadí	Předpokládaná cena vodného [Kč]	Varianta II.	Varianta III.	Varianta III.
			Umořené náklady v [Kč]	Umořené náklady v [Kč]	Umořené náklady v [Kč]
Investice			152 329,00	210 043,00	210 043,00
2018	1	36,98	148 631,00	202 457,66	201 382,31
2019	2	37,78	144 853,00	194 708,23	192 523,45
2020	3	38,58	140 995,00	186 794,70	183 466,42
2021	4	39,38	137 057,00	178 717,07	174 211,20
2022	5	40,18	133 039,00	170 475,35	164 757,81
2023	6	40,98	128 941,00	162 069,53	155 106,25
2024	7	41,78	124 763,00	153 499,62	145 256,50
2025	8	42,58	120 505,00	144 765,61	135 208,59
2026	9	43,38	116 167,00	135 867,51	124 962,49
2027	10	44,18	111 749,00	126 805,30	114 518,22
2028	11	44,98	107 251,00	117 579,01	103 875,78
2029	12	45,78	102 673,00	108 188,61	93 035,16
2030	13	46,58	98 015,00	98 634,12	81 996,36
2031	14	47,38	93 277,00	88 915,54	70 759,39
2032	15	48,18	88 459,00	79 032,86	59 324,24
2033	16	48,98	83 561,00	68 986,08	47 690,91
2034	17	49,78	78 583,00	58 775,20	35 859,41
2035	18	50,58	73 525,00	48 400,24	23 829,73
2036	19	51,38	68 387,00	37 861,17	11 601,88
2037	20	52,18	63 169,00	27 158,01	-824,15
2038	21	52,98	57 871,00	16 290,75	-13 448,36
2039	22	53,78	52 493,00	5 259,40	-26 270,74
2040	23	54,58	47 035,00	-5 936,05	-39 291,30
2041	24	55,38	41 497,00	-17 295,60	-52 510,03
2042	25	56,18	35 879,00	-28 819,24	-65 926,94

Z uvedené tabulky vyplývá, že ekonomicky nejvýhodnější je zásobovat dům pouze pitnou vodou.

Varianta II. – zásobování provozní vodou pouze v administrativní části je ekonomicky velmi nevýhodná, jelikož se investice vrátí zhruba za 30 let.

Varianta III – zásobování vodou kromě praček začíná být ekonomicky výhodná po 22. letech.

Varianta IV. – zásobování celého domu srážkovou vodou je výhodné po uplynutí 20. roku využívání objektu

Využívání srážkové vody je výhodné až po 20. roku provozu zařízení. Mezitím lze počítat s tím, že se musí celý systém udržovat, případně měnit jeho součásti. Užívání srážkové vody v rozvodech domu je ovšem velmi šetrné k životnímu prostředí. Vodu není třeba čistit

a nezanáší trysky v pračkách vodním kamenem ani splachovače záchodů. Tyto aspekty v kalkulaci nejsou zahrnuty.

Pro vypracování diplomové práce jsem kvůli rozsahu zvolil variantu IV. Nicméně i tak se jedná o nejvýhodnější způsob využívání vody ze všech. Ve variantě je počítáno s ročním nátokem vody, který je menší, než je skutečná potřeba vody o 10 m³. Tento nedostatek ovšem převyšuje celková roční úspora oproti Variantě III., která je 46 m³/rok. Při vydatných deštích může být roční srážkový úhrn vyšší a úspora tedy bude vyšší. V případě nižších srážek bude nedostatek vody dorovnán vodou pitnou z vodovodního řádu.

Pro vypracování stručné technické zprávy volím VARIANTU II, z důvodu vyšší odlišnosti oproti plánovanému návrhu VARIANTY IV. K variantě dvě je také provedeno dimenzování potrubí a hydraulické posouzení, včetně návrhu jiné AT stanice.

B.3.6. Stručná technická zpráva

Provozní voda je do objektu dopravena z retenční nádrže. Nad nevyužitelným objemem retenční nádrže, určeném k sedimentaci částic je umístěn sací koš se zpětnou klapkou a plovákem. Materiál potrubí je v nádrži PVC, mimo nádrže HDPE. Tento materiál prostupuje až do samotného objektu v nezámrzné hloubce. V budově je přívod provozní vody k AT stanici veden trubkami PPR PN 20. Automatická tlaková stanice je volena WILO AF Basic. Stanice obsahuje nádržku na vodu, která odděluje rozvod pitné a provozní vody dle platné normy ČSN EN 1717. Přívod pitné vody k AT stanici je přes vodoměrnou sestavu. Na výtlaku vody z AT stanice je umístěn filtr HYDRA RAINMASTER, který filtruje provozní vodu. Filtr je nerezový na pročištění vody, a má automatický proplach pomocí magnetického ventilu. Filtr i AT stanice jsou bezúdržbové. Voda je následně vedena do stoupačky A2. Stoupací potrubí je tvořeno materiálem STABI BASALT PLUS pro minimalizaci délkové roztažnosti. Stoupacím potrubím jsou zásobovány přípojovací potrubí, které vedou k záchodům, výlevkám a pisoárům v administrativní části budovy. Celkem jsou zásobovány 2 výlevky, 2 pisoárové mísy a 7 záchodů. Pod stoupačkou V2 je umístěn vypouštěcí kohout a kulový kohout na uzávěr vody.

B.3.7. Výpočty k Variantě II

K VARIANTĚ II je provedeno dimenzování stoupacího potrubí V1 a V2, pro studenou i srážkovou vodu. K oběma variantám je provedeno hydraulické posouzení, včetně započítání ztrát filtračních zařízení a vodoměrů na nový průtok. Vypínací tlak na AT stanici bude nastaven dle posudku. K této variantě je provedena axonometrie vodovodu.



Obrázek 18: Automatická tlaková stanice Wilo Rainsystem Comfort

Tabulka 19: Hydraulické posouzení studené vody, varianta II

Úsek		Jmenovitý výtok						Qd	Rozměry		v	l	R	l*R	Σξ	Δpr	l*R + Δpr
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S mm		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem										
S1'	S2'	1	1					0,10	20	3,4	0,46	1,45	0,34	0,49	6,5	0,69	1,18
S2'	S3'		1	1	1			0,22	20	3,4	1,03	0,7	1,33	0,93	0,6	0,32	1,25
S3'	S4'		1	2	3			0,36	25	4,2	1,06	2,89	1,07	3,09	2,1	1,17	4,26
S4'	S5'		1	1	4	1	1	0,51	25	4,2	1,50	4,27	1,93	8,24	5,6	6,24	14,48
S5'	S6'	1	2	4	8	1	2	0,72	32	5,4	1,30	11,17	1,13	12,62	5,5	4,58	17,21
S6'	S7'		2	0	8	0	2	0,72	32	4,5	1,21	2,375	1,02	2,42	1,6	1,17	3,59
S7'	S8'		2	3	11	1	3	0,85	32	4,5	1,44	3,8	1,23	4,67	0,6	0,61	5,29
S8'	S9'		2	3	14	1	4	0,97	32	4,5	1,63	1,3	1,49	1,94	0,6	0,79	2,73
S9'	S10'		2	1	15		4	0,99	32	4,5	1,67	10,15	1,73	17,56	6,6	9,08	26,63
S10'	S11'		2	2	17		4	1,03	32	5,4	1,85	4,5	2,03	9,14	3,7	6,29	15,42
S11'	S12'	2	4	7	24		4	1,17	40	6,7	1,34	6,25	1,02	6,38	0,6	0,53	6,91
S12'	S13'	0	4	11	35		4	1,34	40	6,7	1,54	2,85	1,14	3,25	4,6	5,40	8,65

Σ 107,60

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \Delta p_{\text{WM}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{ext}} + \Delta p_{\text{int}} \quad 500 > 414,39 \text{ kPa}$$

p_{dis}	Dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád pro veřejnou potřebu	500 kPa
p_{minFI}	Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury	100 kPa
Δp_e	Tlaková ztráta způsobená rozdílem výšek mezi výškovou úrovní nejvyšší výtokové armatury a napojením přípojky na řád	160,39 kPa
$\Sigma \Delta p_{\text{WM}}$	Tlakové ztráty vodoměrů	24,50 kPa
$\Sigma \Delta p_{\text{Ap}}$	Tlakové ztráty napojených zařízení, např. ohřívačů vody, zařízení na úpravu vody	10 kPa
Δp_{ext}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory ve vodovodní přípojce a přívodním potrubí vnitřního vodovodu vně budovy	20,89 kPa
Δp_{RF}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubí vodovodu uvnitř budovy	107,60 kPa

Tabulka 20: Hydraulické posouzení srážkové vody, varianta II

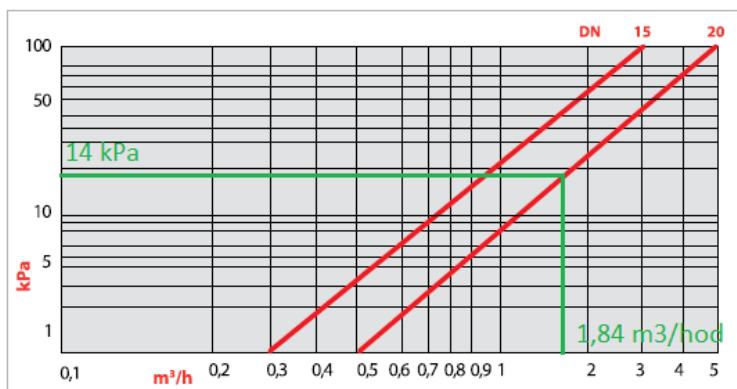
Úsek		Jmenovitý výtok						Qd	Rozměry		v	l	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S mm		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem										
D9	D10			1	1			0,20	20	3,4	0,92	7,3	1,032	7,53	15	6,34	13,87
D10	D11			1	2			0,28	20	3,4	1,31	2,08	2,02	4,20	4,2	3,55	7,75
D11	D12			1	3			0,35	20	3,4	1,60	0,75	3,7	2,78	8,7	11,03	13,81
D12	D13			1	4			0,40	25	4,2	1,18	2,7	1,27	3,43	1,6	1,10	4,53
D13	D7'			3	7			0,53	25	4,2	1,56	1,3	2,09	2,72	1,6	1,92	4,64
D7'	D8			4	11			0,66	32	5,4	1,19	14,61	0,973	14,22	1,6	1,13	15,34
Σ																	59,94

$$p_{AT} = p_{\min FI} + \Delta p_e + \Delta p_{WM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{\text{ext}} + \Delta p_{\text{int}} \quad p_{AT} = 286,22 \text{ kPa}$$

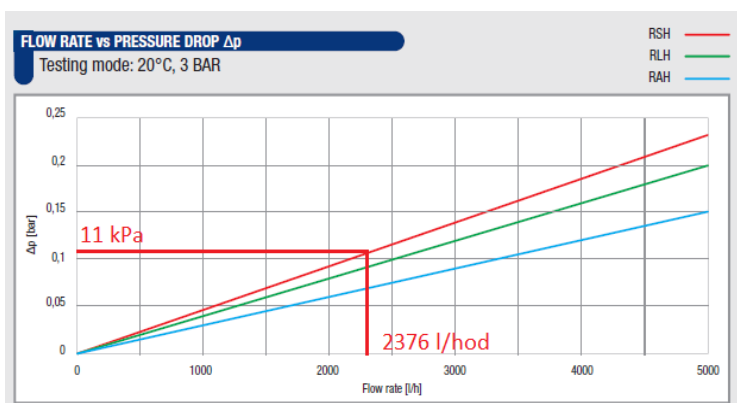
p_{dis}	Vypínací tlak AT stanice	286,22 kPa
$p_{\min FI}$	Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury	100 kPa
Δp_e	Tlaková ztráta způsobená rozdílem výšek mezi výškovou úrovní nejvyšší výtokové armatury a napojením přípojky na řád	94,27 kPa
$\Sigma \Delta p_{WM}$	Tlakové ztráty vodoměrů	14,00 kPa
$\Sigma \Delta p_{Ap}$	Tlakové ztráty napojených zařízení, např. ohříváčů vody, zařízení na úpravu vody	11 kPa
Δp_{ext}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory ve vodovodní přípojce a přívodním potrubí vnitřního vodovodu vně budovy	0 kPa
Δp_{RF}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubí vodovodu uvnitř budovy	59,94 kPa

Přepočet na výtlakovou výšku $H=29,18 \text{ m}$

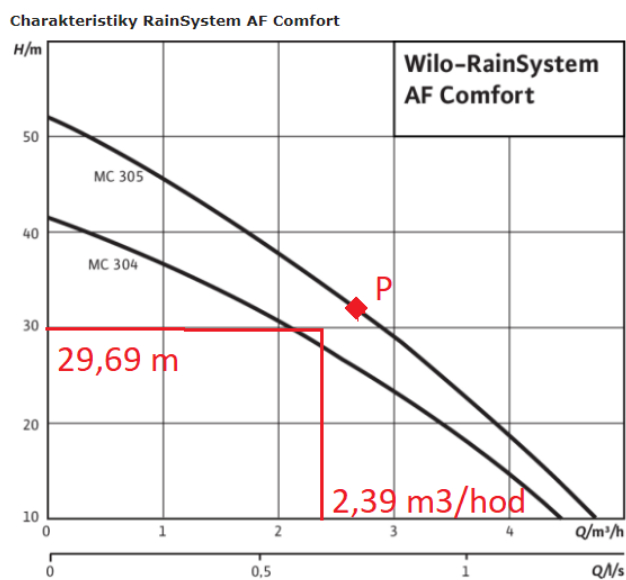
Průtok $Q=0,66 \text{ l/s, } 2,39 \text{ m}^3/\text{hod}$



Obrázek 19: Křivka ztrát vodoměru Enbra ET I [21]



Obrázek 19: Ztráty filtračního zařízení HYDRA RAINMASTER [22]



Obrázek 20: Posudek AT stanice Wilo AF Comfort[23]

Výpočet objemu retenční nádrže

Záchody v administrativní části – 12 l/ os.den

Výlevka 20 l/ výlevka.den

$$V_p = 30 \cdot 12 + 2 \cdot 20 = 400 \text{ l}$$

Objem retenční nádrže pro 14 dní suchého období

$$V_r = 400 \cdot 14 = 5\,600 \text{ l}$$

Vnitřní rozměry nádrže budou 2 750 x 2750 x 0,750 m => výška akumulčního objemu
2 750 x 2750 x 1,550 m => výška retenčního objemu

B4. DOTACE DEŠŤOVKA

V dnešní době se velmi hovoří o nedostatku vody, a proto také vznikl dotační program Dešťovka Ministerstva životního prostředí, který vymezil ze Státního fondu životního prostředí finance na podporu využívání srážkové vody. Cílem programu je motivovat vlastníky a stavebníky obytných domů k udržitelnému a efektivnímu hospodaření s vodou a snížit tak množství odebírané pitné vody z povrchových a podzemních zdrojů [24]. Dotační program Dešťovka aktuálně rozděljuje 240 miliónů Kč, s tím, že dotace na využití vody subjektem je až 50% celkových nákladů za provedení.

V následující části vypracuji odborný posudek, který musí být přiložen k žádosti o poskytnutí podpory. Hlavní částí je stanovení sledovaných indikátorů a zjednodušená projektová dokumentace, která bude v případě diplomové práce nahrazena přílohami, k této práci již vypracovanými. Odborný posudek může být zpracován dodavatelem systému nebo realizační firmou. V případě užívání přečištěné odpadní vody musí být potvrzen autorizovanou osobou. Odborný posudek bude proveden na variantu retenční nádrže s akumulčním prostorem a řízeným odtokem do dešťové kanalizace.

B.4.1. Základní informace o projektu

B.4.1.1. Identifikace zpracovatele odborného posudku

Jméno a příjmení: Ing. Tomáš Kousal
Adresa: Dobšická 3580/17, Znojmo, 670 21
IČO: 123456789

B.4.1.2. Identifikace žadatele

Název: Pozemní stavby Znojmo bytové družstvo
Adresa: Alšova 992/10, Znojmo, 669 02
IČO: 123456789

B.4.1.3. Identifikace dotčené nemovitosti

k.ú. Kroměříž město - parcela č. 414/3

B.4.1.4. Stručný popis objektu

Jedná se o novostavbu polyfunkčního domu ve městě Kroměříž. V domě bude srážková voda využívána ke splachování záchodů jak v administrativní, tak v bytové části. V bytech bude přefiltrovaná voda využívána k praní.

B.4.2. Popis navrhovaného nakládání se srážkovými vodami

Srážková voda je získána ze střechy, která je zhruba v polovině budovy plochá, dále pultová a v části sedlová. Celková plocha, ze které je možné získat dešťovou vodu je 402,1 m². Z této plochy je možné za rok získat 247,72 m³ vody dle výpočtu normy EN 16 941 – 1.

Systém získávání srážkové vody obsahuje betonovou retenční nádrž s akumulačním prostorem a řízeným odtokem v podobě vírového ventilu, dále rozvody srážkové vody z potrubí HDPE a PPR PN 20, AT stanici WILO Rainsystem AF 150-2 MC 604 a filtr pro dešťovou vodu HYDRA Rainsystem DUO.

Průměrný roční nátok srážkové vody

Výpočet nátoku srážkové vody je proveden dle EN 16 941 – 1.

$$Y_r = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot n_i$$

Y_r – srážková voda spadená za časovou jednotku [l]

A – horizontální průmět střechy nebo oblasti pro sběr vody [m²]

h – celkové množství spadených srážek za jednotku času [mm]

e – koeficient drsnosti povrchu [-], uvažuji 0,8

n – účinnost při úpravě vody [-], uvažuji 0,9

$$A = 402 \text{ m}^2$$

Srážkový normál pro Zlínský kraj $h_i = 786 \text{ mm}$

$$Y_r = 402 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,98 \cdot 786 = \mathbf{247,72 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

Nádrž na dešťovou vodu:

Srážková voda bude v objektu využívána na splachování záchodů jak v administrativní, tak v bytové části domu. Dále bude využita ve výlevkách v administrativní části a také pro praní prádla v jednotlivých bytech. Potřeba provozní vody je zpracována dle DIN 1989 – 1. V administrativní části se bude nacházet 30 pracovníků. Byty jsou navrženy pro 12 obyvatel.

Záchody v bytové části – 24 l / os.den

Záchody v administrativní části – 12 l / os.den

Pračka v bytech – 12 l / os.den

Výlevky v administrativní části – 20 l / výlevka.den

$$V_p = 30 \cdot 12 + 2 \cdot 20 + 12 \cdot (24 + 12) = 832 \text{ l / den}$$

Objem retenční nádrže pro 14 dní suchého období

$$V_r = 832 \cdot 14 = 11\,648 \text{ l}$$

Návrh akumulačního prostoru o objemu **11, 65 m³**.

Návrh retenčního objemu nádrže:

$$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{red} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60 \text{ [m}^3\text{]}$$

W – je součinitel stoletých srážek [$w = 1,0$]

h_d – návrhový úhrn srážky [mm]

A_{red} – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

A_r – plocha hladiny retenční dešťové nádrže [m²]

Q_o – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže [l/s]

t_c – doba trvání srážky [min] stanovené návrhové periodicity [$p = 0,2$]

$$A_{red} = \Sigma A \cdot C \text{ [m}^2\text{]}$$

A – půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]

C – součinitel odtoku srážkových vod (pro střechu s nepropustnou horní vrstvou $C = 1,0$)

$$A_{red} = 402 \cdot 1 = 402 \text{ m}^2$$

Regulovaný odtok srážkových vod:

$$Q_o = (A \cdot Q_{ST}) / 10\,000 \text{ [l/s]}$$

$$Q_{ST} = 10 \text{ l/s.ha}$$

$$Q_o = 402 \cdot 10 / 10\,000 = 0,402 \text{ l/s} \Rightarrow \text{nejmenší regulovaný odtok vírovým ventilem } 0,5 \text{ l/s}$$

Výpočet retenčního objemu nádrže:

Tabulka 21: Výpočet objemu retenční nádrže

t_c	h_d	V_r
[s]	[mm]	[m ³]
5	12	4,67
10	18	6,94
15	21	7,99
20	23	8,65
30	25	9,15
40	27	9,65
60	29	9,86
120	35	10,47
240	39	8,48
360	44	6,89
480	49	5,30
600	50	2,10
720	51	-1,10
1080	54	-10,69
1440	55	-21,09
2880	73	-57,05
4320	85	-95,43

Retenční objem nádrže $V = 10,50 \text{ m}^3$

Návrh retenční nádrže o vnitřních rozměrech 3000 x 3000 x 3000 mm. Na dně nádrže se nachází prostor pro usazování kalu 200 mm. Ve výšce 1,5 nad dnem nádrže je umístěn vírový ventil, nastaven na regulovaný odtok 0,5 l/s do dešťové kanalizace. Ve výšce 2,65 je umístěn přepad DN 160. Přítok do retenční nádrže je z protější strany ve výšce 2 800 mm nad dnem.

Filtrace srážkové vody:

Odstranění nečistot ze střechy pomocí 4 lapačů střešních nečistot HL660E.

Odstranění nečistot ze střechy pomocí 2 vpustí HL 62.1/1.

Voda je dále filtrována v retenční nádrži pomocí filtru srážkových vod AS PURAIN DN150, pracujícího na základě technologie vodního skoku, s hydraulickou účinností až 98%. Zbylé nečistoty se usadí v kalovém prostoru nádrže.

Další stupeň filtrace srážkové vody představuje systém ATLAS HYDRA Duo. První vložka filtru je nerezová, v druhé nádrži filtru je vložka polypropylénová. První stupeň filtrace na 90 mcr, druhý stupeň pak na 10 mcr. Nerezová vložka bude automaticky proplachována zpětným proplachem pomocí magnetického ventilu, připojeného na časovač. První nádržka filtru je připojená na odpad do splaškové kanalizace.

Rozvody srážkové vody:

Nátoky srážkové vody do nádrže jsou umístěny v zemi a jsou proto z materiálu PVC KG různých dimenzí od DN 100 – DN 150. Materiál rozvodů potrubí je z plastu HDPE ve vnější části budov, v retenční nádrži je potom materiál PVC. Pro sání čisté vody je využit sací koš s plovákem, který bude odebírat vodu v nejčistším místě pod hladinou. Ve vnitřní části budovy je umístěna přechodka na materiál PPR PN 20. Tímto materiálem je srážková voda dopravována po celém objektu. Kompenzace délkové roztažnosti v místech stoupaček je provedena pomocí U kompenzátorů. Potrubí u jednotlivých nájemců i v bytech je ukončeno vodoměrem.

Automatická tlaková stanice:

WILO Rainsystem AF 150-2 MC 604. Stanice plně vyhovuje navrženému objektu, má dostatečnou dopravní výšku i průtok. Stanice má nastavitelný zapínací tlak od 0-8 barů. Zapínací tlak bude nastaven na hodnotu 5,8 baru. Vypínací tlak bude nastaven na 4,6 baru. Stanice bude pracovat v plně automatickém režimu. V případě nedostatku vody v retenční nádrži proběhne přepouštění z vnitřního vodovodu pomocí přepouštěcí nádržky, stanice má dva oddělené systémy a nádrž na vodu v objemu 150 l. Součástí nádrže je i přepad DN 110, který bude napojen do kanalizace přes přečerpávací stanici odpadních vod.

Stanovení sledovaných indikátorů

Tabulka 22: Stanovení sledovaných indikátorů

Název indikátoru	Hodnota	Jednotka
Celkový objem nádrže	22,15	m ³
Akumulační objem nádrže	11,65	m ³
Předpokládaná úspora pitné vody	247,72	m ³
Velikost odvodňované plochy	402,1	m ²

B.4.3.Závěr

Bytový dům nesplňuje požadavky Výzvy II ministerstva životního prostředí České republiky a konkrétně bod 2.2.

2.2 Obytným domem se pro účely této Výzvy rozumí stavba pro bydlení ve smyslu vyhlášky č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů, tj. rodinný dům dle bodu 2.3 a bytový dům dle bodu 2.4, který je svým stavebním uspořádáním určen pro trvalé bydlení. Za obytný dům se nepovažují stavby, které jsou z poloviny nebo větší části podlahové plochy užívány v rozporu s účelem „trvalého rodinného bydlení“ (hotely, ubytovny, penziony, kanceláře, budovy pro rodinnou rekreaci apod.) a také stavby, které nejsou spojeny se zemí pevným základem, stavby dočasné a výrobky plnící funkci stavby.

Jelikož je v domě větší plocha určena k pronájmu, tzn. převážně plocha sloužící pro administrativu, nemá žadatel nárok na dotaci.

Celková plocha polyfunkčního domu:	2 010 m ²
Plocha sloužící pro administrativu:	969 m ²
Plocha sloužící pro bydlení:	480 m ²

Pro poskytnutí dotace by bylo možné zrekonstruovat 2. NP podlaží, které má sloužit k pronájmu, případně půdní prostor v 5. NP.

B5. IDEOVÉ ŘEŠENÍ PROFESÍ TZB

B.5.1. Vytápění

Zdrojem vytápění pro polyfunkční dům bude kondenzační plynový kotel BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50 typu „C“ – přísávání vzduchu z venkovního vzduchu, o výkonu 45 kW nebo obdobný kondenzační kotel o výkonu alespoň 43 kW. Odkouření kotle bude pomocí nerezového komína na střechu. Kotel bude rovněž sloužit k ohřevu teplé vody v zásobníku pomocí otopné vody. Rozvody potrubí budou měděné. Potrubí pro byty povede v instalačních šachtách, potrubí bude důkladně zaizolováno, aby nedocházelo k ohřevu studené vody ve vodovodním rozvodu. Pro vytápění objektu budou využity klasické radiátory od společnosti KORADO, v hygienických zařízeních budou umístěny žebříkové radiátory.

B.5.2. Vzduchotechnika

Vzduchotechnická jednotka se bude nacházet ve 3. NP. Bude zajišťovat výměnu vzduchu v administrativní části a v hygienických zařízeních. Vzduchotechnické rozvody budou vedeny v podhledech a pro větrání záchodů v bytech i v instalační šachtě. Hygienická zařízení budou větrána podtlakově, aby nedocházelo k znečištění vzduchu v ostatních místnostech. Na záchodech bude umístěn odtah vzduchu, přísun vzduchu čerstvého bude umístěn v hlavní hale administrativy pomocí vířivých výústek, aby byl zachován požadavek rychlosti proudění vzduchu nad úrovní hlavy $0,2 \text{ m.s}^{-1}$. Prostory kanceláří budou chlazeny kazetovými klimatizačními jednotkami. Odvod kondenzátu od jednotek bude řešen samospádem. Nejdelší vzdálenost odvodu bude 15 m, při spádu 0,5% bude trubka umístěna v podhledu. Napojení potom proběhne na zazátkovanou odbočku ve stoupacím vedení. Odvod kondenzátu bude navržen na základě rozmístění jednotek.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÉ VARIANTY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. Tomáš Kousal

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2018

C1. VÝPOČTY SOUVISEJÍCÍ S ANALÝZOU ZADÁNÍ A KONCEPČNÍM ŘEŠENÍM INSTALACÍ V OBJEKTU

Část C1 je zaměřena na bilanční výpočty. Bilančními výpočty rozumíme výpočty potřeb média (pitné, teplé, provozní, odpadní vody) z hlediska různých časových úseků od hodin po roky.

C.1.1. Bilance potřeby vody

Bilance potřeby vody je počítána dle vyhlášky 684/2006 Sb. Budova je rozdělena na administrativní část a část určenou pro bydlení. V administrativní části se bude nacházet 30 pracovníků. Byty jsou navrženy pro 12 obyvatel.

Průměrná denní potřeba vody

$$Q_{p, \text{byt}} = \sum n_1 \cdot q_{\text{byt}} = 12 \cdot 100 = 1\,200 \text{ l/den}$$

$$Q_{p, \text{adm}} = \sum n_1 \cdot q_{\text{adm}} = 30 \cdot 60 = 1\,800 \text{ l/den}$$

$$Q_p = Q_{p, \text{byt}} + Q_{p, \text{adm}} = 3\,000 \text{ l/den}$$

Maximální denní potřeba vody

$$Q_m = Q_p \cdot k_d = 3\,000 \cdot 1,5 = 4\,500 \text{ l/den}$$

Maximální hodinová potřeba vody

$$Q_h = Q_m \cdot k_h = 4\,500 / 24 \cdot 1,8 = 340 \text{ l/hod}$$

Průměrná roční potřeba vody

$$Q_r = Q_p \cdot 360 = 1\,080\,000 \text{ l/rok} \Rightarrow 1\,080 \text{ m}^3/\text{rok}$$

q_{byt} = specifická potřeba vody v bytech [100 l / os.den]

q_{adm} = specifická potřeba vody v administrativní části [60 l / os.den]

n - počet osob

n_1 = počet osob v bytovém fondu

n_2 = počet osob v administrativě

k_d = součinitel denní nerovnoměrnosti [-]

k_h = součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-]

C.1.2. Bilance potřeby teplé vody

Bilance potřeby teplé vody je uvedena dle ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování. Potřeba teplé vody je rovněž rozdělena na administrativní a bytovou část polyfunkčního domu.

Mytí osob

$$V_{adm} = n_{um} \cdot V_u = 0,002 \cdot 3 = 0,006 \text{ m}^3$$

$$V_{byt} = n_{um} \cdot V_{um} + n_{dř} \cdot V_{dř} + n_{va} \cdot V_{va} + n_s \cdot V_s = 3 \cdot 0,002 + 0,8 \cdot 0,002 + 0,3 \cdot 0,025 + 1 \cdot 0,025 = 0,046 \text{ m}^3$$

$$V_o = n_1 \cdot \sum V_{adm} + n_2 \cdot \sum V_{byt} = 30 \cdot 0,006 + 12 \cdot 0,046 = 0,612 \text{ m}^3$$

Počet jídel

$$V_j = n_1 \cdot V_{ji} = 0,002 \cdot 12 = 0,024 \text{ m}^3$$

Úklid

$$V_{ua} = n_u \cdot V_d = 0,02 \cdot 4,36 = 0,087 \text{ m}^3$$

$$V_{ub} = n_u \cdot V_d = 0,02 \cdot 6,92 = 0,138 \text{ m}^3$$

$$V_u = V_{ua} + V_{ub} = 0,138 + 0,087 = 0,225 \text{ m}^3$$

Omyvatelná podlahová plocha v	1. PP – 295 m ²
	1. NP – 81 m ²
	2. NP – 60 m ²
	3. NP – 346 m ²
	4. NP – 346 m ²
	$\sum \text{administrativa} = 436 \text{ m}^2$
	$\sum \text{byty} = 692 \text{ m}^2$

$$V_{2P} = V_o + V_j + V_u = 0,612 + 0,024 + 0,225 = 0,861 \text{ m}^3$$

Z toho	Byty:	$V_{2p, B} = 0,594 \text{ m}^3$
	Administrativní část:	$V_{2p, A} = 0,267 \text{ m}^3$

V_{adm} – potřeba teplé vody na jednoho pracovníka administrativy

V_{byt} – potřeba teplé vody na jednoho obyvatele bytu

n_{um} – počet dávek umyvadla [3 ks]

$n_{dř}$ – počet dávek z dřezu [0,8 ks]

n_{va} – počet dávek z vany [0,3 ks]
 n_u – počet dávek na úklid [20 l na 100 m²]
 n_s – počet dávek na sprchování [1 ks]
 V_{um} – objem vody při použití umyvadla [0,002 m³]
 $V_{dř}$ – objem vody při použití dřezu [0,002 m³]
 V_{va} – objem vody při použití vany [0,025 m³]
 V_s – objem vody při použití sprchy [0,025 m³]
 V_{ji} – objem vody na jedno jídlo [0,002 m³]
 V_u – počet dávek na úklid [20 l na 100 m²]
 V_{2P} – celkový objem vody
 n_1 – počet osob administrativa
 n_2 – počet osob v bytech

C.1.3. Potřeba srážkové vody

Srážková voda bude v objektu využívána na splachování záchodů jak v administrativní, tak v bytové části domu. Dále bude využita ve výlevkách v administrativní části a také pro praní prádla v jednotlivých bytech. Potřeba provozní vody je zpracována dle DIN 1989 – 1. V administrativní části se bude nacházet 30 pracovníků. Byty jsou navrženy pro 12 obyvatel.

Záchody v bytové části – 24 l / os.den

Záchody v administrativní části – 12 l / os.den

Pračka v bytech – 12 l / os.den

Výlevky v administrativní části – 20 l / výlevka.den

Denní potřeba provozní vody

$$V_p = 30 \cdot 12 + 2 \cdot 20 + 12 \cdot (24 + 12) = 832 \text{ l / den}$$

Pro administrativu se uvažuje využití kanceláří po 250 dní v roce.

Pro bytové jednotky se předpokládá využití 365 dní v roce.

$$V_a = (30 \cdot 12 + 20 \cdot 2) \cdot 250 = 100,0 \text{ m}^3$$

$$V_b = 12 \cdot (24 + 12) \cdot 365 = 157,68 \text{ m}^3$$

Roční potřeba provozní vody

$$V = V_a + V_b = 257,68 \text{ m}^3/\text{rok}$$

C.1.4. Bilance odtoku odpadních vod

Bilance odtoku odpadních vod je provedena dle bodu bilance potřeby vody.

Průměrný denní odtok splaškové odpadní vody

$$Q_m = Q_p \cdot k_d = 3000 \cdot 1,5 = 4\,500 \text{ l/den}$$

Maximální hodinový odtok splaškové vody

$$Q_h = Q_m \cdot k_h = 4\,500/24 \cdot 1,8 = 340 \text{ l/hod}$$

Roční odtok splaškové odpadní vody

$$Q_r = Q_p \cdot 360 = 1\,080\,000 \text{ l/rok} \Rightarrow 1\,080 \text{ m}^3/\text{rok}$$

C.1.5. Dešťové odpadní vody

Výpočet nátok srážkové vody je proveden dle EN 16 941 – 1.

$$Y_r = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot n_i$$

Y_r – srážková voda spadená za časovou jednotku [l]

A – horizontální průmět střechy nebo oblasti pro sběr vody [m²]

h – celkové množství spadených srážek za jednotku času [mm]

e – koeficient drsnosti povrchu [-], uvažuji 0,8

n – účinnost při úpravě vody [-], uvažuji 0,9

$$A = 402 \text{ m}^2$$

Srážkový normál pro Zlínský kraj $h_i = 786 \text{ mm}$

Roční množství odváděné srážkové vody

$$Y_r = 402 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,98 \cdot 786 = 247,72 - 257,68 = 0 \text{ m}^3/\text{rok}$$

C.1.6. Bilance potřeby plynu

Plynová varná deska, spotřeba 1 m³/hod

Potřeba plynu na ohřev vody: 4,17 kWh, min kotle 0,59 m³/hod

Potřeba plynu pro vytápění: 4,25 m³/hod

Potřeba plynu pro vaření: 5 hodin denně => 5.4.1=20 m³/den

Potřeba plynu pro ohřev vody: 24 hodin denně => 24.0,59 = 14,16 m³/den

Potřeba plynu pro vytápění: topná sezona 1.9-31.3.

2 měsíce – 100%: 3060 m³

2 měsíce – 50%: 1530 m³

3 měsíce – 25%: 765 m³

Maximální roční potřeba plynu:

$3060 + 1530 + 765 + 14,16 \cdot 365 + 20 \cdot 365 = 17\,823 \text{ m}^3$.

VÝPOČTY DÍLČÍCH INSTALACÍ

C.2.1. Dimenzování kanalizace

D.1.1.1. Splaškové odpadní vody

Stoupací potrubí S1

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	2	1
Pisoár s automatickým splachovacím zařízením	PM	0,5	1	0,5
Koupací vana	VA	0,8	0	0
Kuchyňský dřez	DJ	0,8	3	2,4
Myčka nádobí	MN	0,8	2	1,6
Automatická pračka s kapacitou do 6 kg	AP	0,8	0	0
Záchodová mísa	WC	2,5	0	0
Keramická volně stojící nebo závěsná výlevka	VL	2,5	2	5
Podlahová vpust' DN 50		0,8	0	0
Podlahová vpust' DN 100		2	1	2

Celkový průtok v patě stoupačky

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

1,77 l/s

Nejvyšší průtok od výlevky

2,5 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

Připojovací potrubí S2

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Záchodová mísa	WC	2,5	1	1

Celkový průtok v patě připojovacího potrubí

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

2,5 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

Stoupací potrubí S3

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	2	1
Pisoár s automatickým splachovacím zařízením	PM	0,5	0	0
Koupací vana	VA	0,8	2	1,6
Kuchyňský dřez	DJ	0,8	0	0
Myčka nádobí	MN	0,8	0	0
Automatická pračka s kapacitou do 6 kg	AP	0,8	2	1,6
Záchodová mísa	WC	2,5	6	15
Keramická volně stojící nebo závěsná výlevka	VL	2,5	0	0
Podlahová vpust' DN 50		0,8	0	0
Podlahová vpust' DN 100		2	0	0

Celkový průtok v patě stoupačky

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

2,19 l/s

Nejvyšší průtok od záchodu

2,5 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

Stoupací potrubí S4

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	4	2
Pisoár s automatickým splachovacím zařízením	PM	0,5	1	0,5
Koupací vana	VA	0,8	2	1,6
Kuchyňský dřez	DJ	0,8	2	1,6
Myčka nádobí	MN	0,8	2	1,6
Automatická pračka s kapacitou do 6 kg	AP	0,8	2	1,6
Záchodová mísa	WC	2,5	3	7,5
Keramická volně stojící nebo závěsná výlevka	VL	2,5	0	0
Podlahová vpust' DN 50		0,8	1	0,8
Podlahová vpust' DN 100		2	0	0

Celkový průtok v patě stoupačky

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

2,07 l/s

Nejvyšší průtok od záchodu

2,5 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

Stoupací potrubí S5

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	1	0,5
Záchodová mísa	WC	2,5	3	1

Celkový průtok v patě připojovacího potrubí

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

0,61 l/s

Nejvyšší průtok od záchodu

2,5 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

Stoupací potrubí S6

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Přepad od AT stanice	U	1	1	1
Podlahová vpust' DN 50	WC	0,8	1	0,8

Celkový průtok v patě připojovacího potrubí

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

0,67 l/s

Nejvyšší průtok od AT stanice

1 l/s

Návrh potrubí 75 - PP HT

Stoupací potrubí S7

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	2	1
Pisoár s automatickým splachovacím zařízením	PM	0,5	0	0
Koupací vana	VA	0,8	2	1,6
Kuchyňský dřez	DJ	0,8	2	1,6
Myčka nádobí	MN	0,8	2	1,6
Automatická pračka s kapacitou do 6 kg	AP	0,8	2	1,6
Záchodová mísa	WC	2,5	2	5
Keramická volně stojící nebo závěsná výlevka	VL	2,5	0	0
Podlahová vpust' DN 50		0,8	0	0
Podlahová vpust' DN 100		2	0	0

Celkový průtok v patě stoupačky

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

1,76 l/s

Nejvyšší průtok od záchodu

2,5 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

Spojení stoupacího potrubí S4+S6

2,18 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

Spojení stoupacího potrubí S4+S6+S5

2,26 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

Spojení stoupacího potrubí S4 +S6 + S5 + S3

3,15 l/s

Návrh potrubí 110 - PP HT

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

Spojení stoupacího potrubí S1+S2+S3+S4

3,65 l/s

Návrh potrubí 110 - PVC KG

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

Dimenzování OSTATNÍCH ÚSEKŮ

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	1	0,5
Automatická pračka s kapacitou do 6 kg	AP	0,8	1	0,8

Celkový průtok

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

0,57 l/s

Nejvyšší průtok od pračky

0,8 l/s

Návrh potrubí 50 - PP HT

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	1	0,5
Automatická pračka s kapacitou do 6 kg	AP	0,8	1	0,8
Kuchyňský dřez	DJ	0,8	1	0,8

Celkový průtok

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

0,72 l/s

Nejvyšší průtok od pračky

0,8 l/s

Návrh potrubí 50 - PP HT

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	1	0,5
Automatická pračka s kapacitou do 6 kg	AP	0,8	1	0,8
Kuchyňský dřez	DJ	0,8	1	0,8
Myčka nádobí	MN	0,8	1	0,8

Celkový průtok

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

0,85 l/s

Návrh potrubí 75 - PP HT

Zařizovací předmět	Značka	Průtok DU [l/s]	Počet	Průtok od všech DU [l/s]
Umyvadlo	U	0,5	1	0,5
Automatická pračka s kapacitou do 6 kg	AP	0,8	1	0,8
Kuchyňský dřez	DJ	0,8	1	0,8
Myčka nádobí	MN	0,8	1	0,8
Koupací vana	VA	0,8	1	0,8

Celkový průtok

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum DU}, K=0,5$$

0,96 l/s

Návrh potrubí 75 - PP HT

Dimenzování odtoku od AT stanice

AT STANICE WILO Rainsystem AF 150

1,32 l/s

Návrh potrubí 75 - PP HT

D.1.1.2. Dešťové odpadní vody

$$Q_r = i \cdot A \cdot c$$

i - intenzita deště

0,03 l/s.m²

c - Součinitel odtoku vody z odvodňované plochy

1 [-]

A - půdorysný průmět odvodňované plochy

m²

Plochy odvodňovaných ploch jsou uvedeny ve výkrese KANALIZACE - PŮDORYS 5.NP

Plochy odvodňované žlabem

A1 118,4

Qr1 3,55

Plochy v m², průtoky v l/s

A2 84,9

Qr2 2,55

A4 41,8
Qr6 1,25

A5 44,1
Qr5 1,32

Plochy odvodňované vpustí

A3 90
Qr3 2,70

A6 63,3
Qr6 1,90

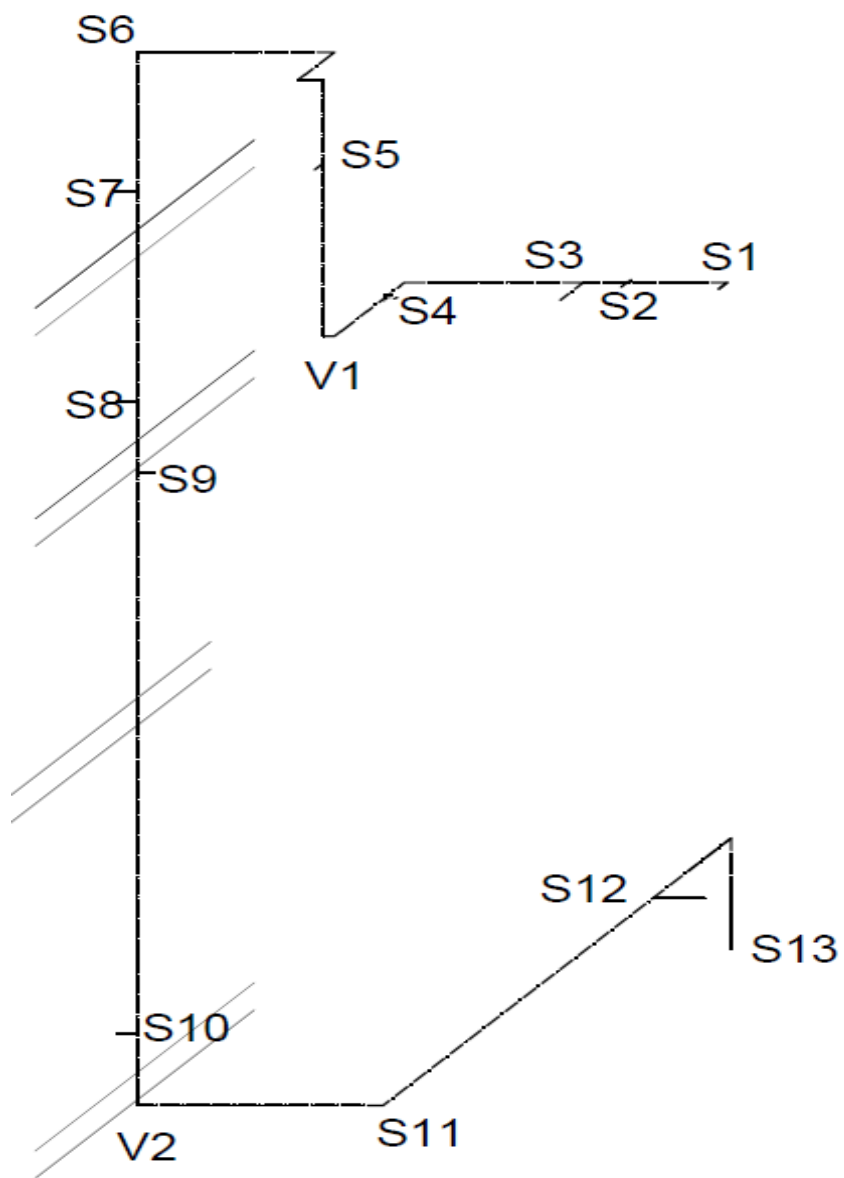
D.1.1.3.

Průměry potrubí PVC KG v zemi

Úsek 1-2'	Qr	3,55	l/s	Návrh 110 - PVC KG
Úsek 2'-3'	Qr	6,10	l/s	Návrh 125 - PVC KG
Úsek 3-6'	Qr	2,70	l/s	Návrh 110 - PVC KG
Úsek 6'-5'	Qr	4,60	l/s	Návrh 125 - PVC KG
Úsek 5'-4'	Qr	5,92	l/s	Návrh 125 - PVC KG
Úsek 4'-3'	Qr	7,18	l/s	Návrh 160 - PVC KG
Úsek 3'-1'	Qr	13,28	l/s	Návrh 160 - PVC KG

C.2.2. VODOVOD

C.2.2.1. Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu



Obrázek 20: Schéma rozvodu vody I

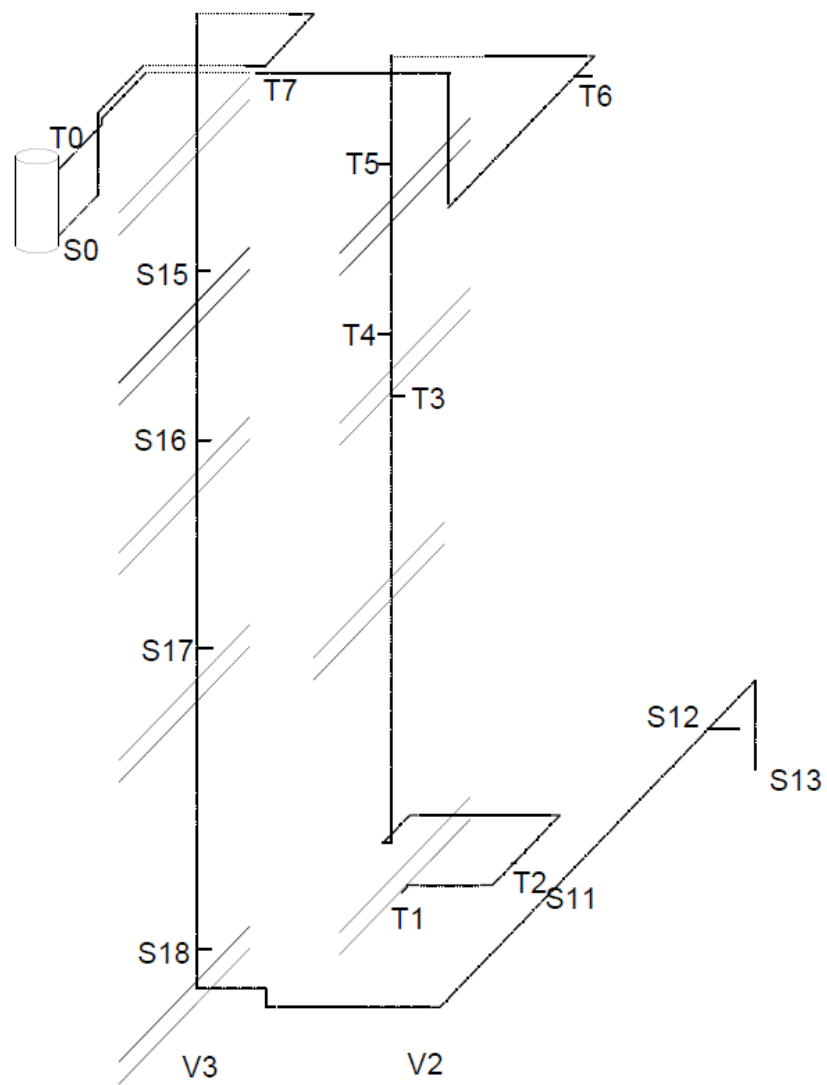
Hydraulické posouzení studené vody V2-V1

Úsek		Jmenovitý výtok						Qd	Rozměry		v	l	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S mm		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem										
S1	S2	1	1					0,10	20	3,4	0,46	1,45	0,34	0,49	6,5	0,69	1,18
S2	S3		1	1	1			0,22	20	3,4	1,03	0,7	1,33	0,93	0,6	0,32	1,25
S3	S4		1	1	2			0,30	20	3,4	1,39	2,89	2,18	6,30	2,1	2,00	8,30
S4	S5		1	0	2	1	1	0,42	20	3,4	1,96	4,27	4,1	17,51	5,6	10,65	28,16
S5	S6	1	2	2	4	1	2	0,60	25	4,2	1,77	11,17	2,68	29,94	5,5	8,49	38,42
S6	S7		2	0	4	0	2	0,60	25	3,5	1,77	2,375	2,26	6,37	1,6	2,47	8,83
S7	S8		2	1	5	1	3	0,70	32	4,4	1,26	3,8	1,07	4,07	0,6	0,47	4,54
S8	S9		2	1	6	1	4	0,79	32	4,4	1,42	1,3	1,29	1,68	0,6	0,60	2,27
S9	S10		2	1	7		4	0,81	32	4,4	1,46	10,15	1,36	13,80	6,6	6,98	20,79
S10	S11		2	2	9		4	0,86	32	5,4	1,55	4,5	1,44	6,48	3,7	4,39	10,87
S11	S12	2	4	7	16		4	1,02	40	6,7	1,17	6,25	0,975	6,09	0,6	0,41	6,50
S12	S13	0	4	19	35		4	1,34	40	6,7	1,54	2,85	1,28	3,65	4,6	5,40	9,05
Σ																	140,16

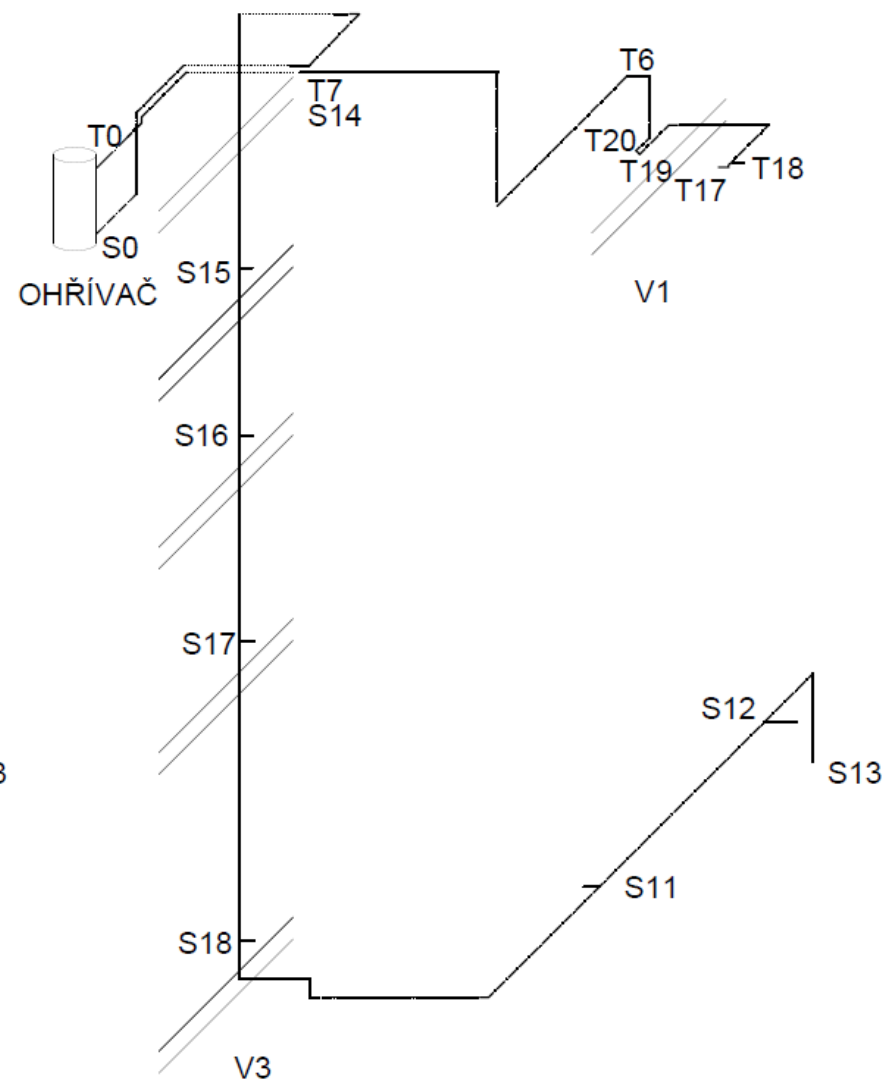
$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \Delta p_{\text{WM}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{ext}} + \Delta p_{\text{int}}$$

$$500 > 446,95 \text{ kPa}$$

p_{dis}	Dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád pro veřejnou potřebu	500	kPa
p_{minFI}	Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury	100	kPa
Δp_e	Tlaková ztráta způsobená rozdílem výšek mezi výškovou úrovní nejvyšší výtokové armatury a napojením přípojky na řád	160,39	kPa
$\Sigma \Delta p_{\text{WM}}$	Tlakové ztráty vodoměrů	25,50	kPa
$\Sigma \Delta p_{\text{Ap}}$	Tlakové ztráty napojených zařízení, např. průtokových ohříváčů vody, zařízení na úpravu vody	0	kPa
Δp_{ext}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory ve vodovodní přípojce a přívodním potrubí vnitřního vodovodu vně budovy	20,89	kPa
Δp_{RF}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubí vodovodu uvnitř budovy	140,16	kPa



Obrázek 21: Schéma teplé vody I



Obrázek 22: Schéma teplé vody II

Hydraulické posouzení teplé vody – V2 + studená V3

Úsek		Jmenovitý výtok						Qd	Rozměry		v	I	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem		mm								
T1	T2			1	1			0,20	20	3,4	0,92	2,8	0,86	2,408	9,5	4,02	6,42
T2	T3			1	2			0,28	20	3,4	1,31	15,40	1,67	25,72	14,6	12,34	38,06
T3	T4			1	3			0,35	20	2,8	1,60	1,25	2,35	2,94	0,6	0,76	3,70
T4	T5			1	4	1	1	0,50	25	3,5	1,47	3,80	1,56	5,93	1,6	1,71	7,64
T5	T6			1	5	1	2	0,62	25	4,2	1,81	7,80	2,37	18,49	5,6	9,12	27,61
T6	T7			4	9	2	4	0,85	32	5,4	1,53	11,96	1,21	14,47	6,1	7,04	21,51
T7	T0			7	16	0	4	1,00	40	6,7	1,15	3,00	0,95	2,85	4,8	3,13	5,98
SO	S14			0	16		4	1,00	40	6,7	1,15	5,1	0,95	4,85	11,8	7,70	12,55
S14	S15			0	16		4	1,00	40	6,7	1,15	9,8	1,04	10,19	5,3	3,46	13,65
S15	S16	1	1	0	16		4	1,00	40	6,7	1,15	3,8	1,06	4,03	0,6	0,40	4,42
S16	S17	1	2	0	16		4	1,01	40	6,7	1,16	4,6	1,12	5,15	6,6	4,39	9,55
S17	S18		2	0	16		4	1,01	40	6,7	1,16	6,7	1,16	7,77	0,6	0,40	8,17
S18	S11		2	0	16		4	1,01	40	6,7	1,16	10,3	1,16	11,95	7,8	5,19	17,14
S11	S12	2	4	0	16	0	4	1,02	40	6,7	1,17	6	1,18	7,08	0,6	0,41	7,49
S12	S13	0	4	19	35		4	1,34	40	6,7	1,54	2,8	1,19	3,33	4,4	5,17	8,50

192,39

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \Delta p_{\text{WM}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{ext}} + \Delta p_{\text{int}}$$

$$500 > 404,70 \text{ kPa}$$

p_{dis}	Dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád pro veřejnou potřebu	500	kPa
p_{minFI}	Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury	100	kPa
Δp_e	Tlaková ztráta způsobená rozdílem výšek mezi výškovou úrovní nejvyšší výtokové armatury a napojením přípojky na řád	55,92	kPa
$\sum \Delta p_{\text{WM}}$	Tlakové ztráty vodoměrů	25,50	kPa
$\sum \Delta p_{\text{Ap}}$	Tlakové ztráty napojených zařízení, např. průtokových ohříváčů vody, zařízení na úpravu vody	10	kPa
Δp_{ext}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory ve vodovodní přípojce a přívodním potrubí vnitřního vodovodu vně budovy	20,89	kPa
Δp_{RF}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubí vodovodu uvnitř budovy	192,39	kPa

Hydraulické posouzení nejnepříznivější větve

Úsek		Jmenovitý výtok						Qd	Rozměry		v	l	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S mm		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem										
T17	T18			1	1			0,20	20	3,4	0,92	0,27	0,86	0,23	8	3,38	3,61
T18	T19			1	2	0	0	0,28	20	3,4	1,31	3,41	1,67	5,69	3,6	3,04	8,74
T19	T20			0	2	1	1	0,41	20	3,4	1,91	1	2,33	2,33	6,6	11,86	14,19
T20	T6			2	4	1	2	0,58	25	4,2	1,72	2,5	2,16	5,40	4,7	6,85	12,25
T6	T7			4	8	2	4	0,82	32	5,4	1,48	11,96	1,18	14,11	6,1	6,65	20,76
T7	T0			8	16		4	1,00	40	6,7	1,15	3	0,95	2,85	4,8	3,13	5,98
SO	S14			0	16		4	1,00	40	6,7	1,15	5,1	0,95	4,85	11,8	7,70	12,55
S14	S15	0	0	2	18	0	4	1,04	40	6,7	1,19	9,8	1,04	10,19	5,3	3,74	13,93
S15	S16	1	1	0	18		4	1,04	40	5,5	1,20	3,8	1,06	4,03	0,6	0,43	4,45
S16	S17	1	2	1	19		4	1,07	40	5,5	1,23	4,6	1,12	5,15	6,6	4,91	10,06
S17	S18	0	2	1	20		4	1,09	40	5,5	1,25	6,7	1,16	7,77	0,6	0,46	8,23
S18	S11	0	2	0	20		4	1,09	40	6,7	1,25	10,3	1,16	11,95	7,8	6,01	17,95
S11	S12	2	4	0	20		4	1,10	40	6,7	1,26	6	1,18	7,08	0,6	0,47	7,55
S12	S13	0	4	19	39		4	1,40	40	6,7	1,61	2,8	1,19	3,33	4,4	5,63	8,96

Σ 149,22

$$p_{\text{dis}} \geq p_{\text{minFI}} + \Delta p_e + \Delta p_{\text{WM}} + \Delta p_{\text{Ap}} + \Delta p_{\text{ext}} + \Delta p_{\text{int}}$$

$$500 > 497,89 \text{ kPa}$$

p_{dis}	Dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád pro veřejnou potřebu	500	kPa
p_{minFI}	Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury	100	kPa
Δp_e	Tlaková ztráta způsobená rozdílem výšek mezi výškovou úrovní nejvyšší výtokové armatury a napojením přípojky na řád	192,28	kPa
$\sum \Delta p_{\text{WM}}$	Tlakové ztráty vodoměrů	25,50	kPa
$\sum \Delta p_{\text{Ap}}$	Tlakové ztráty napojených zařízení, např. ohřivačů vody, zařízení na úpravu vody	10	kPa
Δp_{ext}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory ve vodovodní přípojce a přívodním potrubí vnitřního vodovodu vně budovy	20,89	kPa
Δp_{RF}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubí vodovodu uvnitř budovy	149,22	kPa

Hydraulické posouzení požárního potrubí

Úsek		Qd	Rozměry	v	l	R	I*R	$\Sigma \xi$	Δp_r	$I*R + \Delta p_r$
od	do	l/s	DN mm	m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
P1	P2	0,52	25	1,06	2,90	1,87	5,43	8	4,44	9,88
P2	P3	1,04	32	1,29	2,70	1,72	4,64	1,6	1,32	5,96
P3	P4	1,04	32	1,29	2,70	1,72	4,64	0,6	0,50	5,14
P4	P5	1,04	32	1,29	9,85	1,72	16,92	2,2	1,82	18,74
P5	P6	0,52	25	1,06	0	0	0	0	0	0
P5	P7	1,56	40	1,24	9,15	1,25	11,44	8,2	6,26	17,69

Σ 57,41

$$p_{dis} \geq p_{minFI} + \Delta p_e + \Delta p_{WM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{ext} + \Delta p_{int}$$

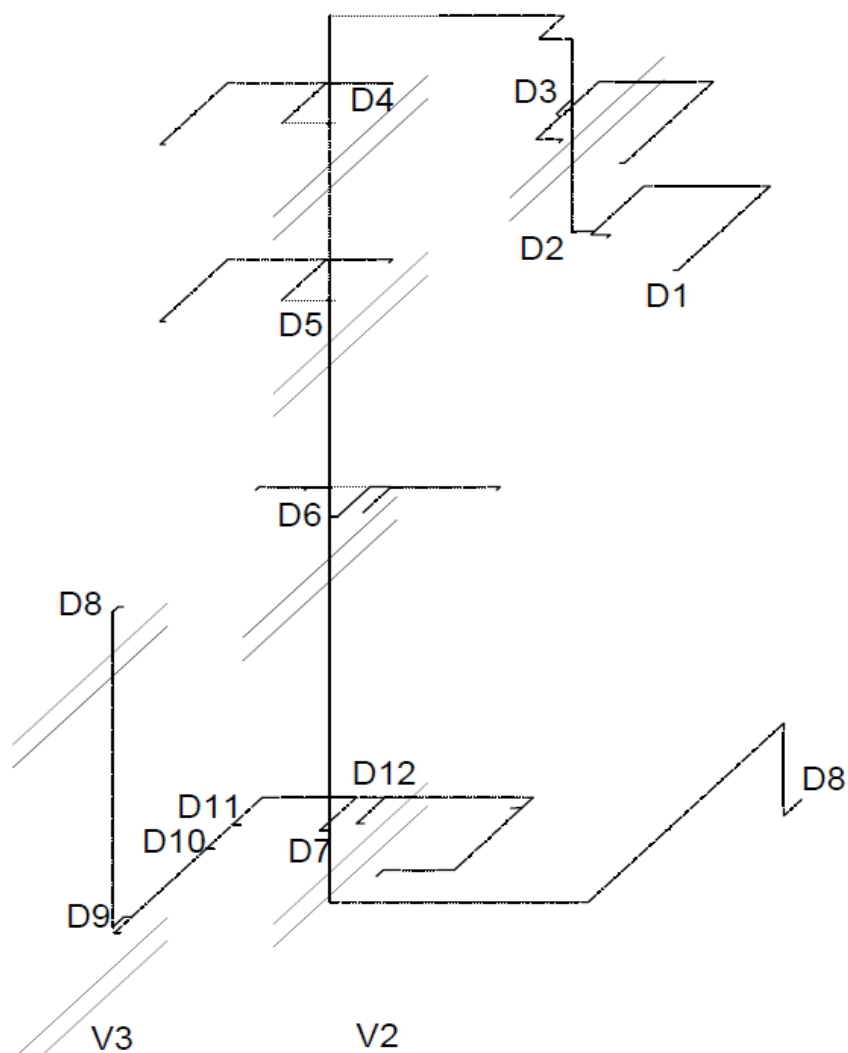
500

>

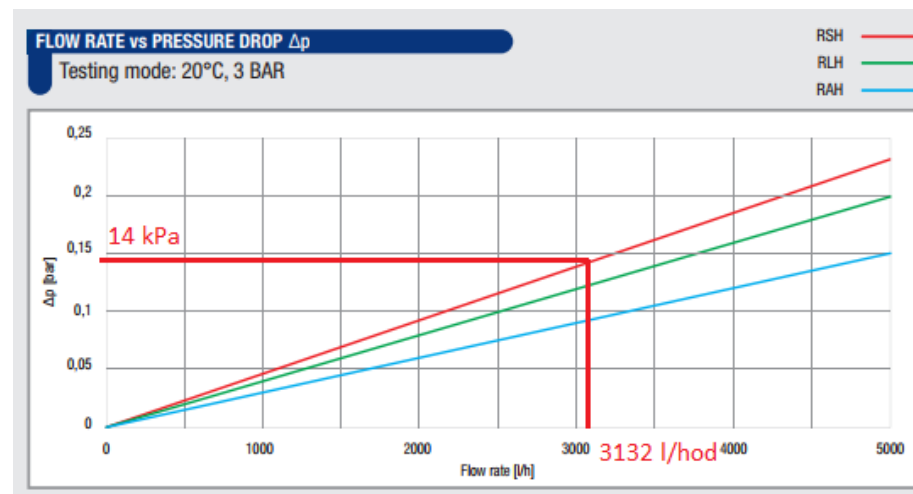
457,23

kPa

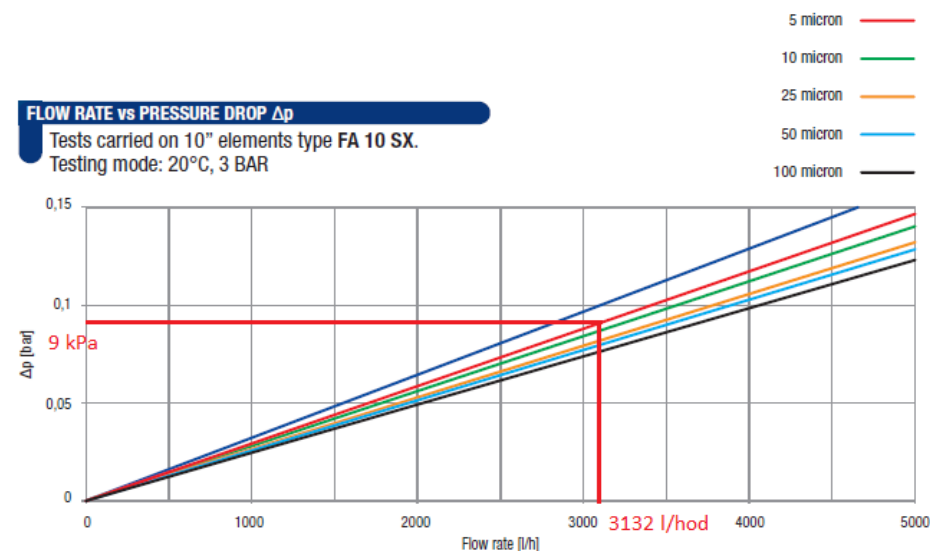
p_{dis}	Dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád pro veřejnou potřebu	500	kPa
p_{minFI}	Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury	200	kPa
Δp_e	Tlaková ztráta způsobená rozdílem výšek mezi výškovou úrovní nejvyšší výtokové armatury a napojením přípojky na řád	174,32	kPa
$\Sigma \Delta p_{WM}$	Tlakové ztráty vodoměrů	25,50	kPa
$\Sigma \Delta p_{Ap}$	Tlakové ztráty napojených zařízení, např. ohřívačů vody, zařízení na úpravu vody	10	kPa
Δp_{ext}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory ve vodovodní přípojce a přívodním potrubí vnitřního vodovodu vně budovy	20,89	kPa
Δp_{RF}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubí vodovodu uvnitř budovy	57,41	kPa



Obrázek 25: Schéma provozní vody



Obrázek 23: Tlakové ztráty nerezové vložky filtru HYDRA[22]



Obrázek 24: Tlakové ztráty polypropylenové vložky filtru HYDRA[22]

Provozní voda V1+V2

Úsek		Jmenovitý výtok						Qd	Rozměry		v	I	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem		mm								
D1	D2			1	1			0,20	20	3,4	0,92	1,45	1,032	1,50	9,5	4,02	5,51
D2	D3			1	2			0,28	20	3,4	1,31	3,3	2,02	6,67	4,2	3,55	10,22
D3	D4			2	4			0,40	20	3,4	1,85	9,47	3,7	35,04	8,7	14,71	49,75
D4	D5			2	6			0,49	25	3,5	1,44	3,73	1,76	6,56	1,6	1,65	8,21
D5	D6			2	8			0,57	25	3,5	1,66	4,75	2,37	11,26	7,6	10,43	21,68
D6	D7			4	12			0,69	32	4,4	1,25	6,8	1,05	7,14	1,6	1,23	8,37
D7	D8			7	19			0,87	32	5,4	1,57	14,61	1,54	22,50	9,3	11,33	33,83

Σ 137,57

$$p_{AT} = p_{minFI} + \Delta p_e + \Delta p_{WM} + \Delta p_{Ap} + \Delta p_{ext} + \Delta p_{int}$$

$$p_{AT} = 461,96 \text{ kPa}$$

p_{dis}	Vypínací tlak AT stanice	461,9 kPa
p_{minFI}	Minimální požadovaný hydrodynamický přetlak u nejvyšší výtokové armatury	100 kPa
Δp_e	Tlaková ztráta způsobená rozdílem výšek mezi výškovou úrovní nejvyšší výtokové armatury a napojením přípojky na řád	186,39 kPa
$\Sigma \Delta p_{WM}$	Tlakové ztráty vodoměrů	15,00 kPa
$\Sigma \Delta p_{Ap}$	Tlakové ztráty napojených zařízení, např. ohříváčů vody, zařízení na úpravu vody	23 kPa
Δp_{ext}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory ve vodovodní přípojce a přívodním potrubí vnitřního vodovodu vně budovy	0 kPa
Δp_{RF}	Součet tlakových ztrát třením a místními odpory v potrubí vodovodu uvnitř budovy	137,57 kPa

Přepočet na výtlačnou výšku

H=47,09 m

Průtok

Q=0,87 l/s, 3132 l/hod, 3,14 m³/hod

Dimenzování ostatních úseků

Teplá voda V1

Úsek		Jmenovitý výkon						Qd	Rozměry		v
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S mm		m/s
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem				
T14	T15			1	1			0,20	20	3,4	0,92
T15	T16			1	2	1	1	0,41	20	3,4	1,91
T16	T17			2	4	1	2	0,58	25	4,2	1,72
T17	T6			0	4	0	2	0,58	25	4,2	1,72

Teplá voda V3

Úsek		Jmenovitý výkon						Qd	Rozměry		v
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S mm		m/s
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem				
T8	T9			1	1			0,20	20	3,4	0,92
T9	T10			1	2			0,28	20	3,4	1,31
T10	T11			1	3			0,35	20	2,8	1,25
T11	T12			2	5			0,45	25	3,5	1,22
T12	T13			1	6			0,49	25	3,5	1,34
T13	T7			1	7			0,53	25	4,2	1,44

Srážková voda V3

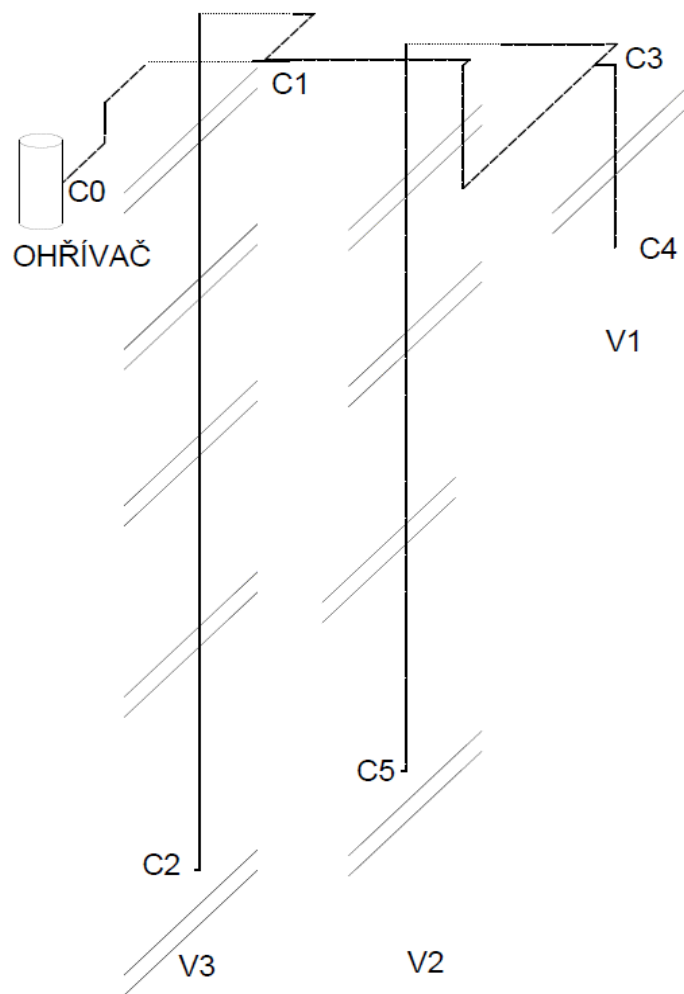
Úsek		Jmenovitý výtok						Qd	Rozměry		v
od	do	0,1		0,2		0,3		l/s	da x S mm		m/s
		přibývá	celkem	přibývá	celkem	přibývá	celkem				
D8	D9			1	1			0,20	20	2,8	0,92
D9	D10			1	2			0,28	20	3,4	1,31
D10	D11			1	3			0,35	25	4,2	1,02
D11	D12			3	6			0,49	25	4,2	1,44

C.2.2.2. Dimenzování vodovodní přípojky

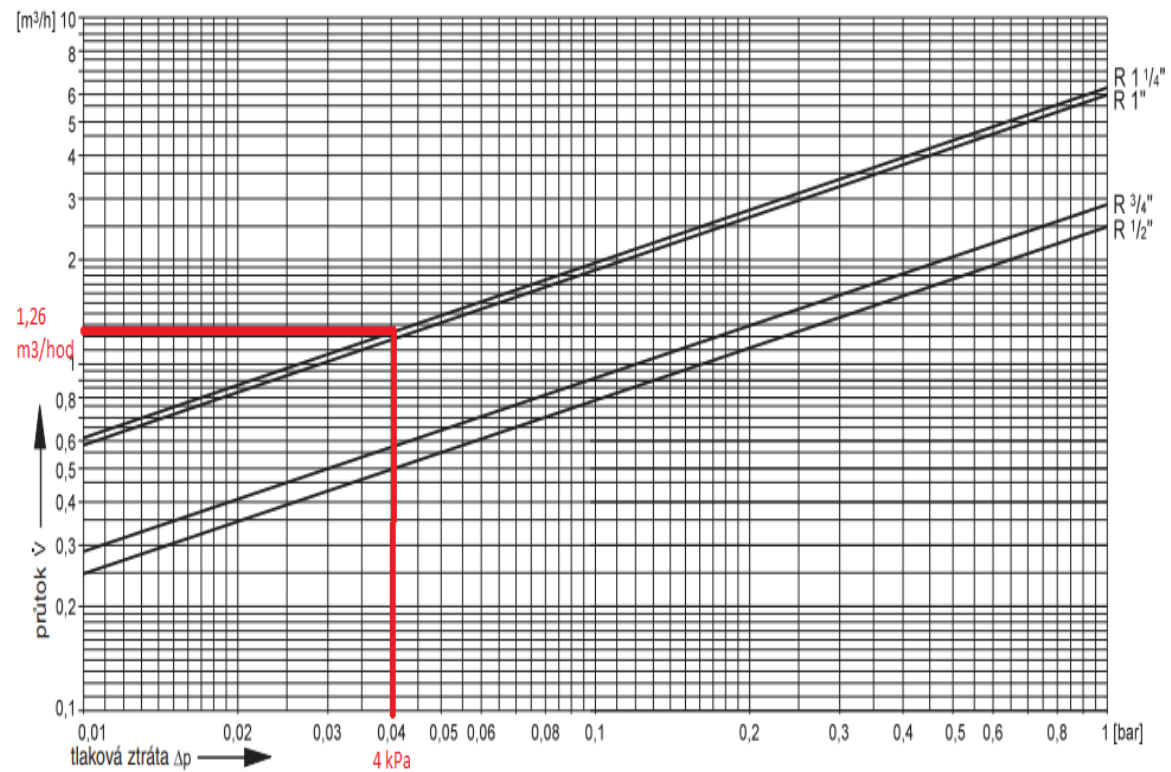
Úsek	Qd	Rozměry		v	I	R	I*R	$\Sigma \xi$	Δp_r	$I*R + \Delta p_r$
	l/s	da x S mm		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
Přípojka	1,56	40	3,7	1,51	1,5	0,88	1,32	17,4	19,57	20,89
Ztráta hlavního vodoměru		10,5								
Ztráta bytového vodoměru		15								

Materiál HDPE 100 SDR11

C.2.2.3. Dimenzování cirkulačního potrubí



Obrázek 27: Schéma cirkulace



Obrázek 26: Ztráta filtru na cirkulaci[26]

Dimenzování varianta I.

Ztráty nejdelšího úseku C0-C5

Úsek		Qd	Rozměry		v	l	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr
od	do	l/s	da x S mm		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
C5	C3	0,04	20	3,4	0,20	22,5	0,08	1,69	11,5	0,23	1,92
C3	C1	0,05	25	4,2	0,16	11,6	0,03	0,31	5,1	0,07	0,38
C1	C0	0,09	25	4,2	0,26	4,51	0,06	0,28	14,4	4,47	4,75
										Σ	7,05

	C1-C2	C1-C3	C3-C4	C3-C5	C0-Ohřívač	
	22,923	11,63	4,85	22,5	4,51	m
kolena	11,2	4,8	3,2	9,6	11,2	m
upevnění	5,12	2,46	1,21	4,82	2,36	m
celkem	39,24	18,89	9,26	36,92	18,07	m

Qa,C1	0,03
Qb,C1	0,05
Qa,C3	0,04
Qb,C3	0,01

Celkové ztráty	Ztráty	Zráty
W	Wh/den	KWh/den
1 383,45	33 202,77	33,20

Úsek	Přívodní potrubí				Cirkulace					
	qt	Dimenze přívodního potrubí	délka l	q přívodního potrubí	Dimenze cirkulace	Průtok Q	Rychlost proudění v	Ztráty cirkulace	délka l	q cirkulace
	W/m	da x s	m	W	da x S	l/s	m/s	W/m	m	W
Celkový průtok u čerpadla	5,86	40x6,7	122,37	716,99	25x4,2	0,09	0,26	5,45	122,37	666,45
C1-C2	5,57	20x3,4/25x4,2	39,24	218,38	20x3,4	0,03	0,15	5,25	39,24	206,02
C1-C3	6,30	32x5,2	18,89	119,04	25x4,2	0,05	0,25	5,88	18,89	111,10
C3-C4	5,57	20x3,4/25x4,2	9,26	51,52	20x3,4	0,01	0,05	5,25	9,26	48,60
C3-C5	5,57	20x3,4/25x4,2	36,92	205,43	20x3,4	0,04	0,20	5,25	36,92	193,80

Požadovaná rychlost v cirkulačním potrubí je minimálně 0,2 m/s => navýšení průtoku u čerpadla

Dimenzování cirkulačního potrubí, varianta II, s navýšením průtoku

Úsek		Qd	Rozměry		v	l	R	I*R	$\Sigma \xi$	Δp_r	$I^*R + \Delta p_r$	$\Delta p_r'$
od	do	l/s	da x S		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa	Ztráty pro regulaci
T0	T7	0,35	32	5,4	0,63	3	0,24	0,72	4,8	0,94	1,66	
T7	T6	0,22	25	4,2	0,65	12	0,215	2,57	6,1	1,27	3,84	
T6	T5	0,18	25	4,2	0,53	7,8	0,215	1,68	5,6	0,78	2,45	
T5	T4	0,18	25	4,2	0,53	3,8	0,215	0,82	1,6	0,22	1,04	
T4	T3	0,18	20	3,4	0,83	2,94	0,728	2,14	0,6	0,21	2,35	
T3	S10	0,18	20	3,4	0,83	10,2	0,728	7,39	6	2,05	9,44	
C5	C3	0,18	25	4,2	0,52	22,50	0,21	4,68	11,5	1,54	6,22	21,50
C3	C1	0,22	25	4,2	0,65	11,6	0,40	4,63	5,1	1,07	5,70	31,04
C1	C0	0,35	32	5,4	0,63	4,51	0,24	1,07	14,4	6,83	7,90	

Σ 40,60

	C1-C2	C1-C3	C3-C4	C3-C5	C0-Ohříváč	
	22,923	11,63	4,85	22,5	4,51	m
kolena	11,2	4,8	3,2	9,6	11,2	m
upevnění	5,12	2,46	1,21	4,82	2,36	m
celkem	39,24	18,89	9,26	36,92	18,07	m

Úsek C5-C3 včetně přívodního potrubí 21,50 kPa

Úsek C5-C1 včetně přívodního potrubí 31,04 kPa

Ztráty při navýšení průtoku na 0,35 l/s

Qa,C1	0,13 l/s
Qb,C1	0,22 l/s
Qa,C3	0,18 l/s
Qb,C3	0,04 l/s

Celkové ztráty	Ztráty	Ztráty
W	Wh/den	KWh/den
1 431,42	34 354,07	34,35

Úsek	Přívodní potrubí				Cirkulace					
	qt	Dimenze přívodního potrubí	l	q přívodního potrubí	Dimenze cirkulace	Q	Rychlost proudění v	Ztráty cirkulace	l	q cirkulace
	W/m	da x s	m	W	da x S	l/s	m/s	W/m	m	W
Celkový průtok u čerpadla	5,859	40x6,7	122,37	716,99	32x5,4	0,35	0,63	5,84	122,37	714,42
C1-C2	5,565	20x3,4/25x4,2	39,24	218,38	25x4,2	0,13	0,38	5,88	39,24	230,74
C1-C3	6,3	32x5,2	18,89	119,04	25x4,2	0,22	0,65	5,88	18,89	111,10
C3-C4	5,565	20x3,4/25x4,2	9,26	51,52	20x3,4	0,04	0,21	5,25	9,26	48,60
C3-C5	5,565	20x3,4/25x4,2	36,92	205,43	25x4,2	0,18	0,52	5,88	36,92	217,06

Ztráta úseku C2-C1

Úsek		Qd	Rozměry		v	l	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr	Δpr'
od	do	l/s	da x S mm		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa	Nastavení regulačního ventilu kPa
T7	T13	0,13	25	4,2	0,38	9,8	0,119	1,17	6,5	0,47	1,64	
T13	T12	0,13	25	4,2	0,38	3,8	0,119	0,45	0,6	0,04	0,50	
T12	T11	0,13	25	4,2	0,38	4,6	0,119	0,55	6,6	0,48	1,03	
T11	T10	0,13	20	3,4	0,60	6,7	0,39	2,61	1,6	0,29	2,90	

C2	C1	0,13	25	4,2	0,38	22,92	0,12	2,73	14,5	1,03	3,76	11,69
											Σ	9,81

Úsek C5-C3 včetně přívodního potrubí 21,50 kPa se musí rovnat 9,81 kPa

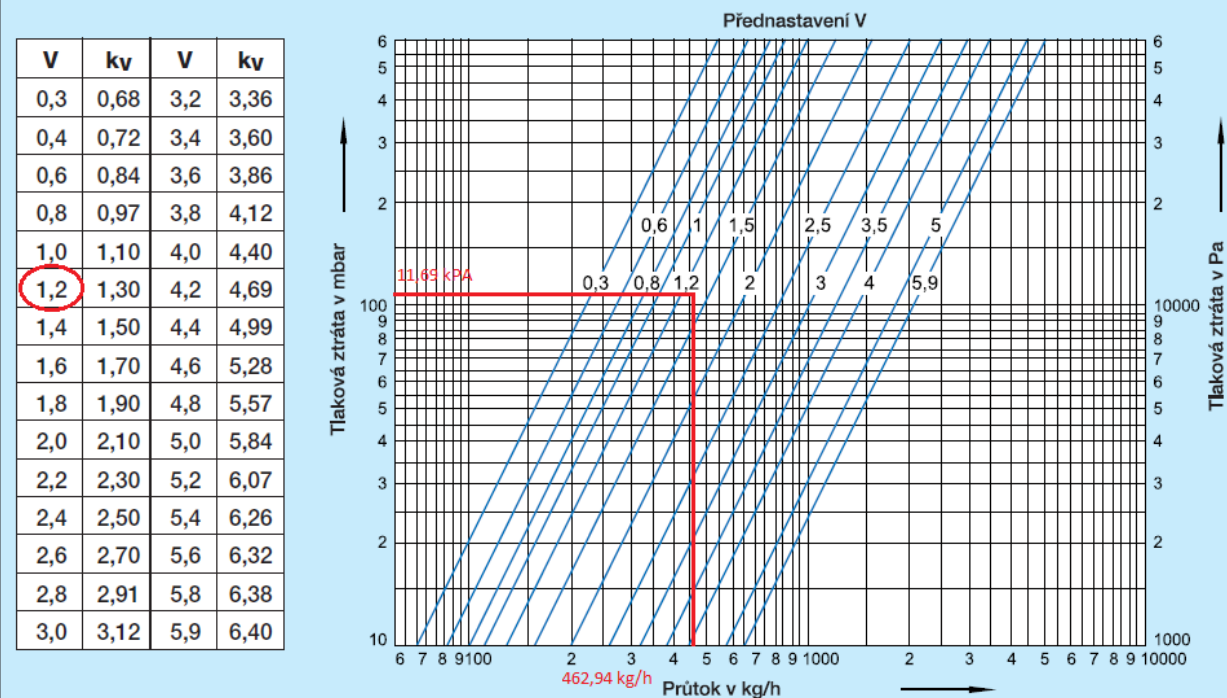
Nastavení regulačního ventilu na hodnotu 11,69 kPa

Průtok 0,13 l/s

Návrh regulačního termostatického ventilu alwa-Kombi 4 na kv = 1,3

Přednastavení V = 1,2

Přednastavení „alwa-Kombi-4“ DN 20



Obrázek 28: Nastavení termostatického regulačního ventilu[27]

Ztráta úseku C3-C4

Úsek		Qd	Rozměry	v	l	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr	Δpr'
od	do	l/s	da x S	m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa	Nastavení regulačního

			mm									ventilu kPa
T16	T20	0,04	20	3,4	0,21	2,9	0,08	0,23	1,5	0,03	0,26	
T20	T6	0,04	25	4,2	0,13	1,91	0,02	0,04	7,1	0,06	0,10	
C5	C3	0,04	20	3,4	0,21	4,85	0,08	0,38	8	0,17	0,54	30,14
											Σ	0,90

Úsek C5-C3 včetně přívodního potrubí 31,04 kPa se musí rovnat 0,90 kPa
Nastavení regulačního ventilu na hodnotu 30,14 kPa
Průtok 0,04 l/s

Návrh regulačního ventilu STAD DN15

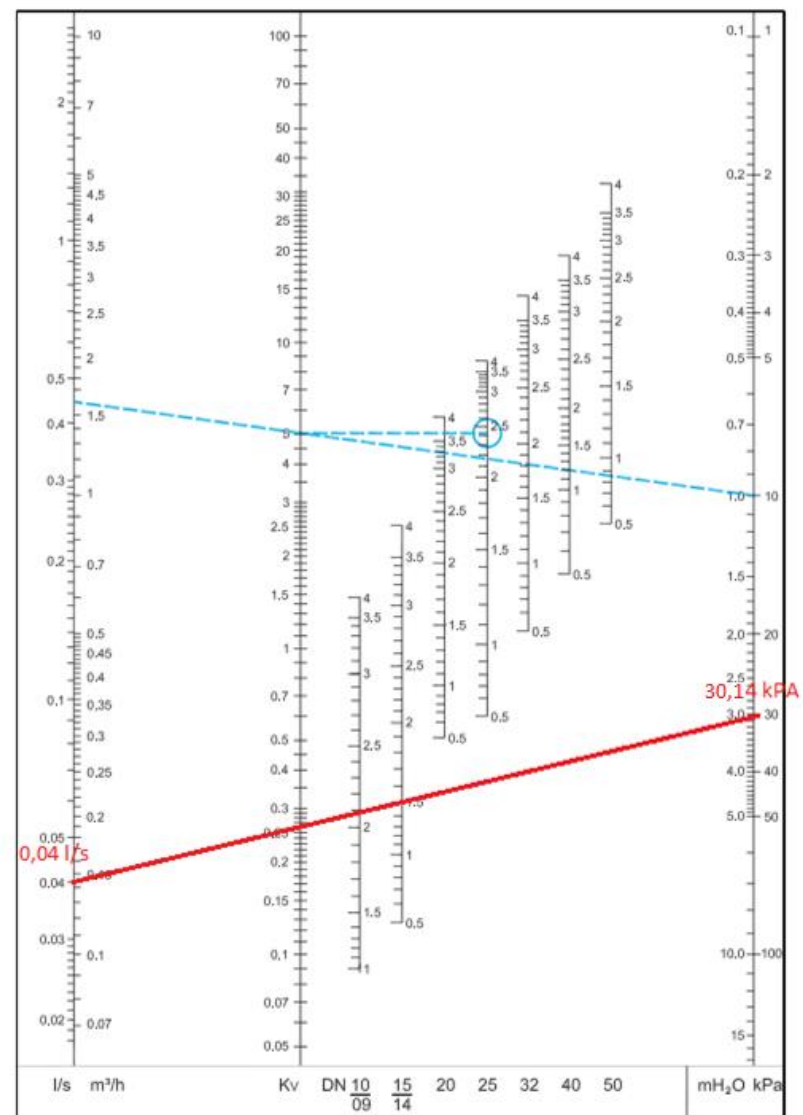
kv = 0,26

Přednastavení

V = 1,5

Posouzení objemu vody v potrubí

Úsek	Rozměry		Délka m	Objem vody l	Požadavek l	Posudek
	da	s				
	mm					
T1-S10	20	3,4	8,975	1,94	2,00	Vyhovuje
T21-T3	20	3,4	7	1,51	2,00	Vyhovuje
T22-T4	20	3,4	5,73	1,24	2,00	Vyhovuje
T14-T16	20	3,4	5,53	1,20	2,00	Vyhovuje
T8-T10	20	3,4	3,01	0,65	2,00	Vyhovuje



Obrázek 29: Nastavení regulačního ventilu [28]

C.2.2.4. Návrh přípravy teplé vody

Bilance potřeby teplé vody je uvedena dle ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování. Potřeba teplé vody je spočítána v bodě B.

1.2. Bilance potřeby teplé vody.

1) Potřeba teplé vody

$$V_{2P} = V_o + V_j + V_u = 0,612 + 0,024 + 0,225 = 0,861 \text{ m}^3$$

$$\text{Z toho} \quad \text{Byty:} \quad V_{2p, B} = 0,594 \text{ m}^3$$

$$\text{Administrativní část: } V_{2p, A} = 0,267 \text{ m}^3$$

2) Potřeba tepla

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

$$Q_{2t, A} = c \cdot V_{2P, A} \cdot (t_2 - t_1) = 1,163 \cdot 0,267 \cdot (55 - 10) = 13,97 \text{ kWh/den}$$

$$Q_{2t, B} = c \cdot V_{2P, B} \cdot (t_2 - t_1) = 1,163 \cdot 0,594 \cdot (55 - 10) = 31,07 \text{ kWh/den}$$

$$Q_{2t} = Q_{2t, A} + Q_{2t, B} = 13,97 + 31,07 = 45,04 \text{ kWh/den}$$

$$Q_{2z} = 1,5 \cdot Q_{z, \text{cirkulace}} = 1,5 \cdot 34,35 = 51,52 \text{ kWh/den}$$

$$Q_{2t} = Q_{2t} + Q_{2z} = 45,04 + 51,52 = 96,56 \text{ kWh/den}$$

Q_{2p} – teplo odebrané z ohřívače [kWh/den]

$Q_{2t, A}$ – teoretické teplo odebrané z ohřívače pro administrativu [kWh/den]

$Q_{2t, B}$ – teoretické teplo odebrané z ohřívače pro byty [kWh/den]

Q_{2z} – teplo ztracené při distribuci teplé vody [kWh/den]

Tabulka 23: Procentuální rozdělení potřeby tepla během periody pro byty

Denní doba	Potřeba tepla [%]	Odebrané teplo $Q_{2t, B}$ [kWh]
0 - 5	0	0
5 - 17	35	10,87
17 - 20	50	15,54
20 - 24	15	4,66

Tabulka 24: Procentuální rozdělení potřeby tepla během periody pro administrativu

Denní doba	Potřeba tepla [%]	Odebrané teplo $Q_{2t,A}$ [kWh]
0 - 5	0	0
5 - 17	60	8,38
17 - 20	35	4,89
20 - 24	5	0,70

Tabulka 25: Procentuální rozdělení potřeby tepla během periody pro administrativu a byty celkově

Denní doba	Odebrané teplo Q_{2t} [kWh]
0 - 5	0
5 - 17	19,25
17 - 20	20,43
20 - 24	5,63

Výpočet objemu zásobníku

$$V_z = \frac{Q_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{14,48}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,276 \text{ l}$$

Výkon potřebný na ohřev vody

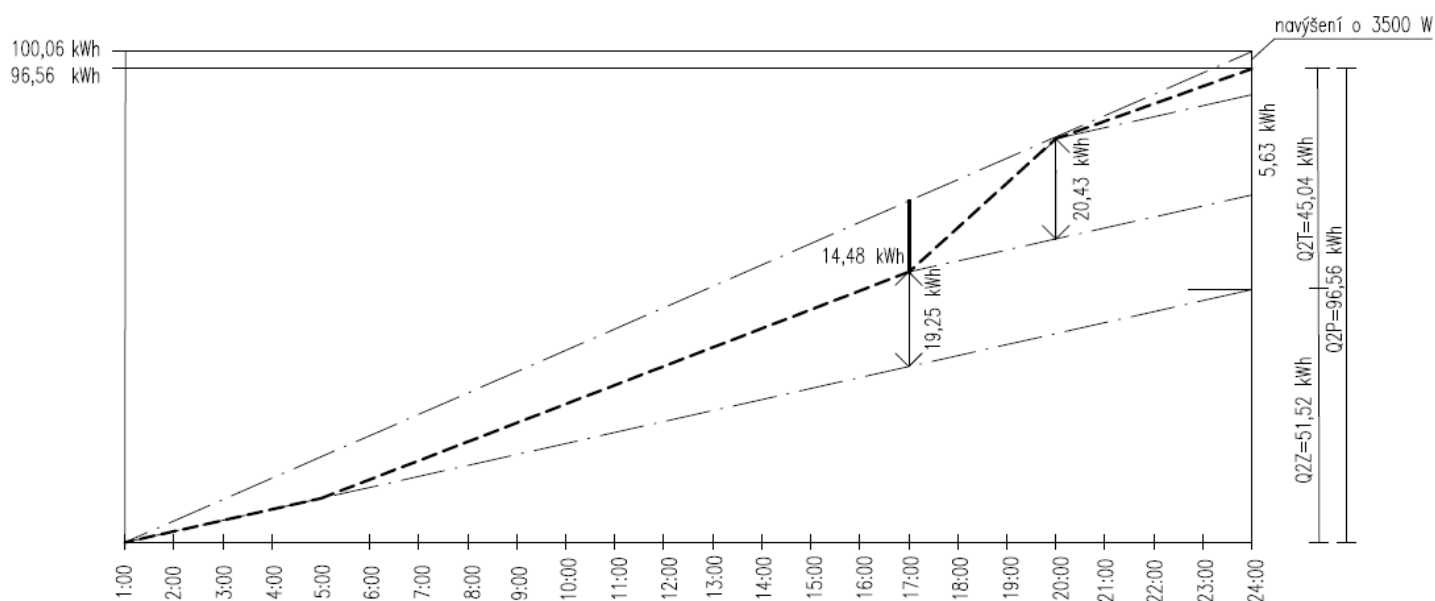
$$\phi = \frac{Q_{1p}}{\tau} = \frac{100,06}{24} = 4,17 \text{ kWh}$$

Návrh zásobníku teplé vody Dražice OKC 300 NTR/BP

Objem zásobníku:

$$V = 296 \text{ l}$$

Výkon výměníku při teplotě 80°C a průtoku 720 l/hod: $Q = 35 \text{ kW}$



Obrázek 30: Graf potřeby tepla

C.2.2.5. Výpočet kompenzačních délek potrubí

Výpočet kompenzace potrubí je proveden pro nejhorší variantu a to většinou rozvod teplé vody, kde je předpokládána nejvyšší teplota 55 °C. V místech absence rozvodu teplé vody je výpočet proveden pro vodu studenou. Nejnižší teplota bude v suterénu při odstávce a to 10 °C. Rozdíl teplot $\Delta t = 45^\circ\text{C}$. Materiál rozvodů PPR PN 20, $\alpha = 0,12 \text{ mm/m.K}$, materiál stoupacího potrubí Fiber Basalt Plus, $\alpha = 0,05 \text{ mm/m.K}$.

Maximální vzdálenost podpor
celoplastových trubek PPR S 2,5
(PN 20) vodorovné potrubí

Průměr potrubí (mm)	Vzdálenost pevných bodů L [m]	
	vícevrstvé trubky	celoplastové trubky
16	24	8
20	27	9
25	30	10
32	36	12
40	42	14

Obrázek 32: Vzdálenost pevných bodů [29]

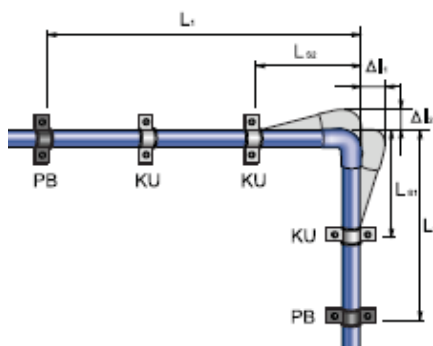
Ø potrubí [mm]	Vzdálenost podpor [cm] při teplotě vody °C					
	20°	30°	40°	50°	60°	80°
16	90	85	85	80	80	65
20	95	90	85	85	80	70
25	100	100	100	95	90	85
32	120	115	115	110	100	90
40	130	130	125	120	115	100
50	150	150	140	130	125	110
63	170	160	155	150	145	125
75	185	180	175	160	155	140
90	200	200	185	180	175	150
110	220	215	210	195	190	165
125	235	230	225	210	200	170

Obrázek 31: Vzdálenost podpor [29]

Vzdálenost pevných bodů volím 9 m, vzdálenost podpor 80 cm.

Velikost prodloužení

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \text{ [mm]}$$



Obrázek 33: Velikost prodloužení [29]

Δl – délková změna [mm]

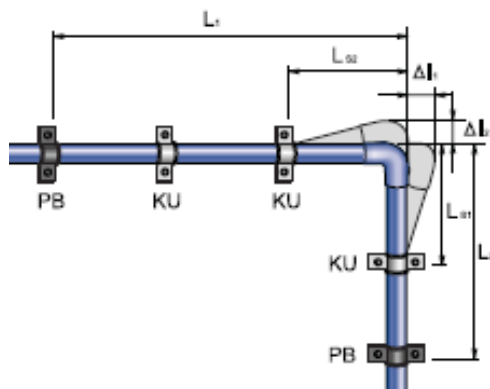
α – součinitel délkové roztažnosti potrubí [mm/m.K], PPR = 0,12 mm/m.K

L – výpočtová (kompenzační) délka [m]

Δt – rozdíl provozní a montážní teploty [K]

Volná délka pružného ramene

$$L_s = k. \sqrt{(D. \Delta l)} [mm]$$



Obrázek 34: Velikost pružného ramene [29]

L_s – volná kompenzační délka

K – materiálová konstanta, pro PPR $k=20$

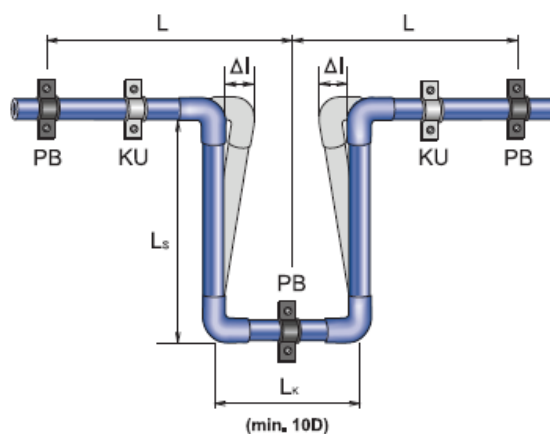
D – vnější průměr potrubí [mm]

 Δl – délková změna [mm]

Délka „U“ kompenzátoru

$$L_k = 2. \Delta l + 150 \text{ [mm]}$$

$$\geq 10. D$$



Obrázek 35: Délka U kompenzátoru [29]

L_k – šířka kompenzátoru

 Δl – délková změna [mm]

D – vnější průměr potrubí [mm]

Výpočet délek pružného ramene stupačka V1, V4, V3

Úsek		Rozměry		Délka úseku	Rozdíl teplot	Teplotní roztažnost	Délková změna Δl	konstanta k	Volná kompenzační délka Ls	Navržená délka	Šířka kompenzátoru Lk	Kompenzátor ≥ 10.D
		da x s										
				m	K	mm/m.K	mm		mm	mm	mm	mm
V1	T16-T20	20	3,4	2,72	45	0,12	14,69	20	342,79	400		
	T20-T6	25	4,2	2,20	45	0,12	11,88	20	344,67	420		
V4	T6-T7	32	5,4	5,96	45	0,12	32,18	20	641,84	650		
	T6-T7	32	5,4	3,63	45	0,12	19,60	20	500,90	505		
	T6-T7	32	5,4	3,72	45	0,12	20,09	20	507,08	580		
	T6-T7	25	4,2	1,54	45	0,12	8,32	20	288,37	290		
Stoupačka V3	T7-T13	25	3,5	9,55	45	0,05	21,49	20	463,55	470		
	T13-T12	25	3,5	9,55	45	0,05	21,49	20	463,55	470	192,98	250
	S15-S16	40	5,5	9,55	10	0,05	4,78	20	276,41	420	159,55	400
	C1-C2	25	3,5	9,55	45	0,05	21,49	20	463,55	450	192,98	250
	T12-T11	25	3,5	9,55	45	0,05	21,49	20	463,55	470		
	S15-S16	20	2,8	9,55	10	0,05	4,78	20	195,45	560		
	S18-S11	40	6,7	3,52	10	0,12	4,22	20	259,97	290		
	S18-S11	40	6,7	2,75	10	0,12	3,30	20	229,78	300		
	S18-S11	40	6,7	6,6	10	0,12	7,92	20	355,98	420		
	S11-S12	40	6,5	5,83	10	0,12	7,00	20	334,57	610	163,99	400
	S12-S13	40	6,5	7,30	10	0,12	8,76	20	374,38	400		

Výpočet délek pružného ramene stupačka V2

Úsek		Rozměry		Délka úseku	Rozdíl teplot	Teplotní roztažnost	Délková změna Δl	konstanta k	Volná kompenzační délka Ls	Navržená délka	Šířka kompenzátoru Lk	Kompenzátor ≥ 10.D
		m	K									
	T6-T5	25	4,2	1,70	45	0,12	9,18	20	302,99	305		
	T6-T5	25	4,2	1,70	45	0,05	3,825	20	195,58	290		
Stoupačka V2	T6-T5	25	4,2	8,00	45	0,05	18	20	424,26	430		
	T5-T4	25	4,2	8,00	45	0,05	18	20	424,26	430		
	T4-T3	25	4,2	8,00	45	0,05	18	20	424,26	430		
	T3-T2	25	4,2	8,00	45	0,05	18	20	424,26	440	186	250
	S9-S10	32	5,4	8,00	10	0,05	4	20	226,27	400	158	320
	C3-C5	25	4,2	8,00	45	0,05	18	20	424,26	430	186	250
	D5-D6	25	4,2	8,00	10	0,05	4	20	200,00	470	158	250
	D5-D6	25	4,2	8,00	10	0,05	4	20	200,00	320		
	T3-T2	20	4,2	1,40	45	0,05	3,15	20	158,75	600		
	S10-S11	32	5,4	4,60	10	0,12	5,52	20	265,81	310		
	S10-S11	32	5,4	2,54	10	0,12	3,048	20	197,52	610	156,10	320
	D7-D8	32	5,4	4,95	10	0,12	5,94	20	275,74	450		
	D7-D8	32	5,4	5,72	10	0,12	6,864	20	296,41	310		
	D7-D8	32	5,4	3,40	10	0,12	4,08	20	228,53	390		

Výpočet délek pružného ramene požární potrubí

Úsek		Rozměry da x s		Délka úseku	Rozdíl teplot	Teplotní rotažnost	Délková změna Δl	konstanta k	Volná kompenzační délka Ls	Navržená délka	Šířka kompenzátoru Lk	Kompenzátor $\geq 10.D$
				m	K	mm/m.K	mm		mm	mm	mm	mm
V2	P1-P2	33,7	32	7,00	10	0,0116	0,812	108	564,96	640		
	P2-P3	42,4	32	7,00	10	0,0116	0,812	108	633,70	640		
	P3-P4	42,4	32	8,7	10	0,0116	1,0092	108	706,47	710		
	P4-P5	42,4	32	8,7	10	0,0116	1,0092	108	706,47	1440		
	P4-P5	42,4	32	2,54	10	0,0116	0,29464	108	381,73	610	150,58928	424
	P5-P7	42,4	32	6,4	10	0,0116	0,7424	108	605,93	610	151,4848	424

C.2.2.6. Výpočet tloušťky tepelné izolace

Tloušťku izolace budu počítat u rozvodů teplé vody a u cirkulačního potrubí. Materiál izolace je zvolen PUR. Posudek dle vyhlášky 193/2007 Sb.

$$U_0 = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_t} \cdot \ln \frac{d}{d - 2s_t} + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{D}{d} + \frac{1}{\alpha_e \cdot D}}$$

λ_t – součinitel tepelné vodivosti trubky [0,22 W/m.K]

d – vnější průměr trubky

s_t – tloušťka stěny

λ_{iz} – součinitel tepelné vodivosti izolace [0,04 W/m.K]

$D = d + 2 \cdot s_{iz}$

α_e – součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu [10 W/m².K]

Posouzení potrubí cirkulace a teplé vody

Potrubí 20 x 3,4 – izolace 35 mm

$$U_0 = \frac{\pi}{\frac{1}{2,0,22} \cdot \ln \frac{0,02}{0,02 - 2,0,0034} + \frac{1}{2,0,04} \cdot \ln \frac{0,09}{0,02} + \frac{1}{10,0,09}} = 0,150 \text{ W/m.K}$$

U_0 požadované = 0,150 W/m.K

$U_0 = 0,150 \leq 0,150 \text{ W/m.K}$

Vyhovuje

$$Q_{ztr} = U_0 \cdot l \cdot (t_{in} - t_{out}) = 0,150 \cdot (55 - 20) = 5,25 \text{ W/m}$$

Potrubí 25 x 4,2 – izolace 35 mm

$$U_0 = \frac{\pi}{\frac{1}{2,0,22} \cdot \ln \frac{0,025}{0,025 - 2,0,0042} + \frac{1}{2,0,04} \cdot \ln \frac{0,095}{0,025} + \frac{1}{10,0,095}} = 0,168 \text{ W/m.K}$$

U_0 požadované = 0,18 W/m.K

$U_0 = 0,168 \leq 0,180 \text{ W/m.K}$

Vyhovuje

$$Q_{ztr} = U_0 \cdot l \cdot (t_{in} - t_{out}) = 0,168 \cdot (55 - 20) = 5,88 \text{ W/m}$$

Potrubí 32 x 5,4 – izolace 40 mm

$$U_0 = \frac{\pi}{\frac{1}{2,0,22} \cdot \ln \frac{0,0232}{0,032 - 2,0,0054} + \frac{1}{2,0,04} \cdot \ln \frac{0,112}{0,032} + \frac{1}{10,0,112}}$$

$$= 0,18 \text{ W/m.K}$$

$$U_0 \text{ požadované} = 0,18$$

$$U_0 = 0,180 \leq 0,180 \text{ W/m.K}$$

Vyhovuje

$$Q_{ztr} = U_0 \cdot l \cdot (t_{in} - t_{out}) = 0,18 \cdot (55 - 20) = 6,3 \text{ W/m}$$

C.2.3. PLYNOVOD

C.2.3.1. Stanovení redukovaných objemů plynu

$$V_r = K_1 \cdot V_1 + K_2 \cdot V_2 + K_3 \cdot V_3 + K_4 \cdot V_4$$

V_1 - součet objemových průtoků spotřebičů pro přípravu pokrmů [m^3/h]

V_2 - součet objemových průtoků lokálních topidel a zásobníkových ohřivačů vody [m^3/h]

V_3 - součet objemových průtoků všech kotlů včetně kotlů kombinovaných [m^3/h]

V_4 - součet objemových průtoků všech technologických plynových spotřebičů a plynových spotřebičů ve velkokuchyních [m^3/h ,]

K_1 - koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_1 ($K_1 = n^{-0,5}$),

K_2 - koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_2 ($K_2 = n^{-0,15}$),

K_3 - koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_3 ($K_3 = n^{-0,1}$),

K_4 - koeficient současnosti pro skupinu spotřebičů uvedených u V_4 , který se stanovuje individuálně.

n - počet spotřebičů, které jsou zásobovány plynem z příslušného úseku potrubí.

Objemové průtoky

Plynová varná deska s elektrickou troubou – $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$ – 1x

Nástěnný kotel BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50, 45 kWh – $4,9 \text{ m}^3/\text{h}$ – 4x

$$V_r = 4,1 \cdot 0,4^{-0,5} + 4,9 \cdot 1^{-0,15} = 6,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

C.2.3.2. Dimenzování domovního plynovodu

Vnitřní plynovod bude zajišťovat dodávku plynu ke sporákům v bytech v 3. NP a 4. NP. Zároveň bude dopravovat zemní plyn k závěsnému kondenzačnímu kotli, umístěném v kotelně v 5. NP.

Dimenzování větve ke kotli P1, 5. NP

Úsek		Objemový průtok plynu	Počet spotřebičů	Koeficient současnosti	Objemový průtok plynu	Počet spotřebičů	Koeficient současnosti	redukovaný odběr plynu	Skutečná délka úseku	Ekvivalentní přírážka	Ekvivalentní délka úseku	Dimenze potrubí	bez stoupacího vedení			stoupací vedení			Vztlak
													předběžná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná celková tlaková ztráta úseku	předběžná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná celková tlaková ztráta úseku	
													Δp	Δp_s	Δp_c	Δp	Δp_s	Δp_c	
		V_1	n_1	K_1	V_3	n_3	K_3	V_r	l	L'	L_e	DN	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	$p_{o.L}$
		[m³/hod]	[-]	[-]	[m³/hod]	[-]	[-]	[m³/hod]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa]
P1	P2				4,9	1	1	4,90	18,61	8,7	27,31	32	2,20	0,84	22,94				
P1	P2				4,9	1	1	4,90	4,95	2,1	7,05	32				3,33	0,84	5,92	15,75
P2	P3	1	1	1	4,9	1	1	5,90	0,60	2,5	3,10	32				3,33	1,24	3,84	3,00
P3	P4	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	0,60	2,5	3,10	32				3,33	1,42	4,40	3,00
P4	P5	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	0,55	1,4	1,95	32	2,20	1,42	2,77				
P4	P5	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	4,30	0,7	5,00	32				3,33	1,42	7,10	21,50
P5	P6	4	4	0,5	4,9	1	1	6,90	22,81	0,7	23,51	32				3,33	1,68	39,50	80
P5	P6	4	4	0,5	4,9	1	1	6,90	10,40	6,3	16,70		2,20	1,68	28,06				
													53,77			60,76			123,25

Předběžná ztráta plynovodu na 1m:

Plynovod bez stoupacího vedení:

$$\Delta p = \frac{\Delta p_d}{\sum L_e} = \frac{100}{27,31+1,95+16,70} = 2,18 \text{ Pa/m}$$

$53,35 \leq 100 \text{ Pa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Plynovod – stoupací vedení:

$$\Delta p = \frac{5}{1,5 \cdot 1,0} = 3,33 \text{ Pa/m}$$

$60,76 \leq 123,25 \text{ Pa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Dimenzování větve ke sporáku P7,4.NP

Úsek		Objemový průtok plynu	Počet spotřebičů	Koeficient současnosti	Objemový průtok plynu	Počet spotřebičů	Koeficient současnosti	redukovaný odběr plynu	Skutečná délka úseku	Ekvivalentní přírážka	Ekvivalentní délka úseku	Dimenze potrubí	bez stoupacího vedení			stoupací vedení			Vztlak
		V_1	n_1	K_1	V_3	n_3	K_3	V_r	l	L'	L_e	DN	předběžná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná celková tlaková ztráta úseku	předběžná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná celková tlaková ztráta úseku	$p_{o.L}$
		[m³/hod]	[-]	[-]	[m³/hod]	[-]	[-]	[m³/hod]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa]
P7	P3	1	1	1				1,00	15,16	9,4	24,56	15	2,20	1,46	35,86				
P7	P3	1	1	1				1,00	2,55	0	2,55	15				3,33	1,46	3,72	3,5
P2	P3	1	1	1	4,9	1	1	5,90	0,60	2,5	3,10	32				3,33	1,24	3,84	3,00
P3	P4	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	0,60	2,5	3,10	32				3,33	1,42	4,40	3,00
P4	P5	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	0,55	1,4	1,95	32	2,20	1,42	2,77				
P4	P5	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	4,30	0,7	5,00	32				3,33	1,42	7,10	21,50
P5	P6	4	4	0,5	4,9	1	1	6,90	22,81	0,7	23,51	32				3,33	1,68	39,50	80
P5	P6	4	4	0,5	4,9	1	1	6,90	10,40	6,3	16,70		2,20	1,68	28,06				
																			66,68
																			58,57
																			111

Plynovod bez stoupacího vedení:

$$\Delta p = \frac{\Delta p_d}{\sum L_e} = \frac{100}{24,56+1,95+16,70} = 2,31 \text{ Pa/m}$$

$66,68 \leq 100 \text{ Pa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Plynovod – stoupací vedení:

$$\Delta p = \frac{5}{1,5+1,0} = 3,33 \text{ Pa/m}$$

$58,57 \leq 111 \text{ Pa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Dimenzování větve ke sporáku P8, 4.NP

Úsek		Objemový průtok plynu	Počet spotřebičů	Koeficient současnosti	Objemový průtok plynu	Počet spotřebičů	Koeficient současnosti	redukovaný odběr plynu	Skutečná délka úseku	Ekvivalentní přírážka	Ekvivalentní délka úseku	Dimenze potrubí	bez stoupacího vedení			stoupací vedení			Vztlak	
													předběžná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná celková tlaková ztráta úseku	předběžná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná celková tlaková ztráta úseku		
		V ₁	n ₁	K ₁	V ₃	n ₃	K ₃	V _r	l	L'	Le	DN	Δp	Δp _s	Δp _c	Δp	Δp _s	Δp _c	p _{o.L}	
		[m³/hod]	[-]	[-]	[m³/hod]	[-]	[-]	[m³/hod]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa]	
P8	P4	1	1	1				1,00	7,75	9,4	17,15	15	2,20	1,46	25,04					
P8	P4	1	1	1				1,00	3,00	0	3,00	15				3,33	1,46	4,38	4,9	
P4	P5	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	0,55	1,4	1,95	32	2,20	1,42	2,77					
P4	P5	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	4,30	0,7	5,00	32				3,33	1,42	7,10	21,50	
P5	P6	4	4	0,5	4,9	1	1	6,90	22,81	0,7	23,51	32				3,33	1,68	39,50	80	
P5	P6	4	4	0,5	4,9	1	1	6,90	10,40	6,3	16,70		2,20	1,68	28,06					
															55,13				50,98	106,4

Plynovod bez stoupacího vedení:

$$\Delta p = \frac{\Delta p_d}{\sum L_e} = \frac{100}{17,15+1,95+16,70} = 2,79 \text{ Pa/m}$$

$55,13 \leq 100 \text{ Pa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Plynovod – stoupací vedení:

$$\Delta p = \frac{5}{1,5,1,0} = 3,33 \text{ Pa/m}$$

$50,98 \leq 106,4 \text{ Pa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$

Dimenzování větve ke sporáku P9, 3.NP

Úsek		Objemový průtok plynu	Počet spotřebičů	Koeficient současnosti	Objemový průtok plynu	Počet spotřebičů	Koeficient současnosti	redukovaný odběr plynu	Skutečná délka úseku	Ekvivalentní přírážka	Ekvivalentní délka úseku	Dimenze potrubí	bez stoupacího vedení			stoupací vedení			Vztlak
													předběžná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná celková tlaková ztráta úseku	předběžná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná ztráta tlaku na 1 m	Skutečná celková tlaková ztráta úseku	
		V ₁	n ₁	K ₁	V ₃	n ₃	K ₃	V _r	l	L'	Le	DN	Δp	Δps	Δpc	Δp	Δps	Δpc	
		[m ³ /hod]	[-]	[-]	[m ³ /hod]	[-]	[-]	[m ³ /hod]	[m]	[m]	[m]	[mm]	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa/m]	[Pa/m]	Pa	[Pa]
P9	P10	1	1	1				1,00	12,74	8,7	21,44	15	2,20	1,46	31,3				
P9	P10	1	1	1				1,00	1,85	0	1,85	15				3,33	1,46	2,70	3,75
P10	P11	1	1	1				1,00	0,60	1,9	2,50	20				3,33	0,74	1,85	3,00
P11	P5	2	2	0,7				1,41	0,60	2,5	3,10	20				3,33	0,74	2,29	3,00
P4	P5	2	2	0,7	4,9	1	1	6,31	0,55	1,4	1,95	32	2,20	1,42	2,77				
P5	P6	4	4	0,5	4,9	1	1	6,90	22,81	0,7	23,51	32				3,33	1,68	39,50	80
P5	P6	4	4	0,5	4,9	1	1	6,90	10,40	6,3	16,70		2,20	1,68	28,06				
													62,12			46,34			89,75

Plynovod bez stoupacího vedení:

$$\Delta p = \frac{\Delta p_d}{\sum L_e} = \frac{100}{21,44+1,95+16,70} = 2,49 \text{ Pa/m}$$

62,12 ≤ 100 Pa => *vyhovuje*

Plynovod – stoupací vedení:

$$\Delta p = \frac{5}{1,5,1,0} = 3,33 \text{ Pa/m}$$

46,34 ≤ 89,75 Pa => *vyhovuje*

C.2.3.3. Dimenzování plynovodní přípojky

$$D = K \cdot \sqrt[4,8]{\frac{Q^{1,28} \cdot L}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}}$$

D – vnitřní průměr potrubí [mm]

Q – dopravované množství plynu [m³/h] při 20°C a 0,101325 MPa

L – délka potrubí [m]

p_z – počáteční pracovní přetlak plynu [kPa]

p_k – koncový pracovní přetlak plynu [kPa]

K – konstanta pro zemní plyn = 13,8

NTL p_z = 2 kPa

NTL p_k = 1,95 kPa

$$D = K \cdot \sqrt[4,8]{\frac{Q^{1,28} \cdot L}{(p_z + 100)^2 - (p_k + 100)^2}} = 13,8 \cdot \sqrt[4,8]{\frac{6,9^{1,28} \cdot 2,6}{(2 + 100)^2 - (1,95 + 100)^2}} =$$
$$= 17,37 \text{ mm}$$

Návrh plynovodní přípojky HDPE 100 SDR11 32 x 3,0 mm

C.2.3.4. Posouzení střední rychlosti proudění

$$Q = S \cdot v$$

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{6,9/3600}{0,000531} = 3,60 \text{ m/s}$$

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 13^2 = 0,000531$$

Ověření střední rychlosti

v = 3,6 m/s < v = 10 m/s pro tlak plynu do a včetně 5 kPa

Vyhovuje

C.2.3.5. Posouzení umístění plynových spotřebičů

Nejmenší požadovaný objem místnosti pro spotřebiče v provedení typu A je 20 m³. V bytech budou posouzeny plynové varné desky.

Umístění spotřebiče	Objem místnosti
3. NP – BYT č. 1	98 m ³
3. NP – BYT č. 2	188,1 m ³
4. NP – BYT č. 3	98 m ³
4. NP – BYT č. 4	209,15 m ³

C.2.4. Návrh zařízení

C.2.4.1. Návrh přečerpávací stanice na odpadní vody

Přečerpávací stanice Ama-drainer-box bude umístěna v 1. PP, v technické místnosti sloužící pro AT stanici. Stanice bude mít za úkol přečerpávat vodu z přepadu automatické tlakové stanice v případě poruchy. Dále bude přečerpávat vodu, která bude odváděna ze samočistící vložky filtru na výtlaku provozní vody. Přečerpávací stanice bude zároveň sloužit, jako podlahová vpust'.



Obrázek 36: Ama-drainer-box [30]

$$\Delta H = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 14,03 \cdot \frac{1,66^2}{9,81 \cdot 2} = 0,58 \text{ m}$$

Ztráta 98 kPa na 100 m

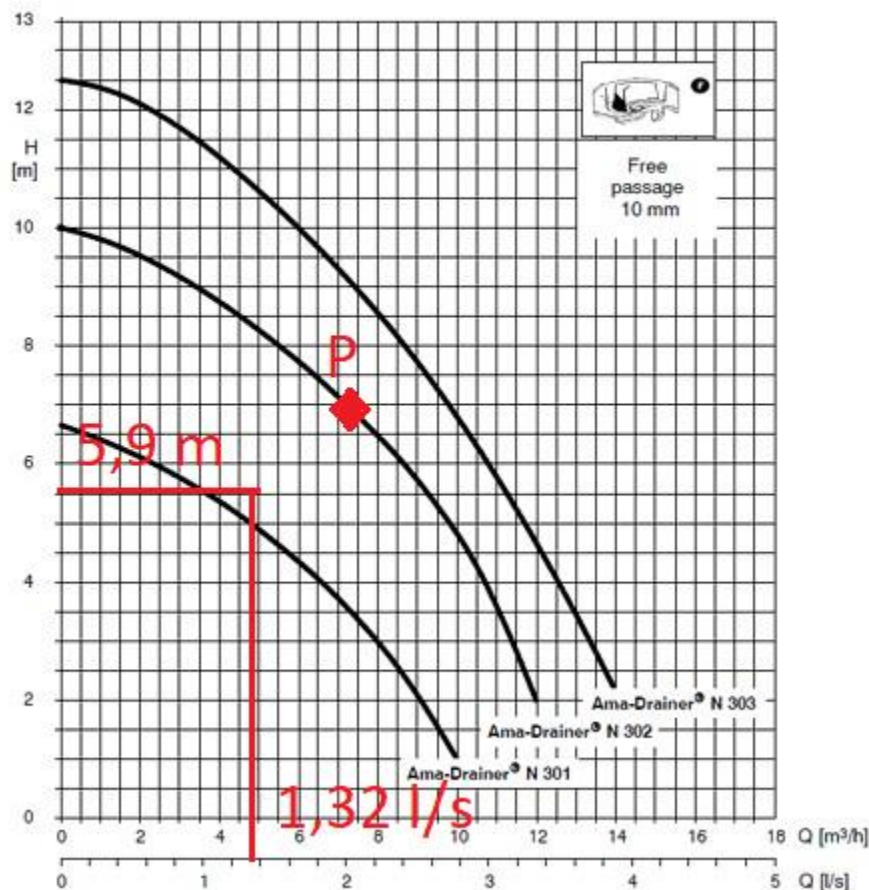
$$9,81 \text{ m} = 10,01 \text{ kPa} / 9,81 = 1,02 \text{ m}$$

Ztráta výškou 4,3 m

Ztráta celkem $1,02 + 0,58 + 4,3 = 5,90$ m

Koleno 45° - $\xi = 0,3, 14x$

Ama-Drainer® N 301, 302, 303
n = 2800 rpm



Obrázek 37: Ama-drainer-box posouzení[31]

C.2.4.2. Návrh retenční nádrže

Do retenční nádrže bude svedena srážková voda z celé plochy střechy objektu. Celkově se jedná o plochu 402 m^2 . Pro zásobu vody bude sloužit akumulační prostor, který se nachází v retenční nádrži. Nad skladovaným objemem srážkové vody se bude nacházet objem retenční, který bude regulovaným odtokem upouštěn do kanalizace.

Návrh retenčního objemu nádrže:

$$V_r = 0,001 \cdot w \cdot h_d \cdot (A_{\text{red}} + A_r) - 0,001 \cdot Q_o \cdot t_c \cdot 60 [\text{m}^3]$$

W – je součinitel stoletých srážek [$w = 1,0$]

h_d – návrhový úhrn srážky [mm]

A_{red} – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]

A_r – plocha hladiny retenční dešťové nádrže [m^2]

Q_o – regulovaný odtok srážkových vod z retenční dešťové nádrže [l/s]

t_c – doba trvání srážky [min] stanovené návrhové periodicity [$p = 0,2$]

$$A_{red} = \Sigma A * C [m^2]$$

A – půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2]

C – součinitel odtoku srážkových vod (pro střechu s nepropustnou horní vrstvou $C = 1,0$)

$$A_{red} = 402.1 = 402 m^2$$

Regulovaný odtok srážkových vod:

$$Q_o = (A.Q_{ST})/10\,000 [l/s]$$

$$Q_{ST} = 10 l/s.ha$$

$$Q_o = 402.10/10\,000 = 0,402 l/s \Rightarrow \text{nejmenší regulovaný odtok vírovým ventilem } 0,5 l/s$$

Tabulka 26: Návrh retenční nádrže:

t_c	h_d	V_r
[min]	[mm]	[m^3]
5	12	4,67
10	18	6,94
15	21	7,99
20	23	8,65
30	25	9,15
40	27	9,65
60	29	9,86
120	35	10,47
240	39	8,48
360	44	6,89
480	49	5,30
600	50	2,10
720	51	-1,10
1080	54	-10,69
1440	55	-21,09
2880	73	-57,05
4320	85	-95,43

Retenční objem nádrže $V = 11,17 m^3$

Akumulační objem retenční nádrže:

Srážková voda bude v objektu využívána na splachování záchodů jak v administrativní, tak v bytové části domu. Dále bude využita ve výlevkách v administrativní části a také pro praní prádla v jednotlivých bytech. Potřeba provozní vody je zpracována dle DIN 1989 – 1. V administrativní části se bude nacházet 30 pracovníků. Byty jsou navrženy pro 12 obyvatel.

Záchody v bytové části – 24 l / os.den

Záchody v administrativní části – 12 l / os.den

Pračka v bytech – 12 l / os.den

Výlevky v administrativní části – 20 l / výlevka.den

$$V_p = 30 \cdot 12 + 2 \cdot 20 + 12 \cdot (24 + 12) = 832 \text{ l / den}$$

Množství vody, které je třeba skladovat v nádrži je spočítáno dle EN 16 941 – 1. Objem akumulačního prostoru nádrže bude vypočítán na variantu 3 týdnů suchého období a variantu dvou týdnů suchého období.

$$D_{N,d} = D_{p,d} + D_{f,d}$$

$$V_1 = D_{N,d} \cdot d_d$$

$D_{N,d}$ – denní množství potřebné vody [l/den]

$D_{p,d}$ – množství vody, které je nutné pro užití osobami

$D_{f,d}$ – maximální množství vody pro jiné činnosti

V – objem akumulačního prostoru

d_d – doba sucha [dny]

Množství vody pro užívání osobami:

$$D_{p,d} = 30 \cdot 12 + 12 \cdot (24 + 12) = 792 \text{ l}$$

Množství vody pro úklid:

$$D_{f,d} = 2 \cdot 20 = 40 \text{ l}$$

$$D_{N,d} = 792 + 40 = 832 \text{ l/den}$$

Varianta 1)

$$V_1 = 832 \cdot 14 = 11\,648 \text{ l}$$

Varianta 2)

$$V_2 = 832 \cdot 21 = 17\,472 \text{ l}$$

Průměrný roční nátok srážkové vody

Výpočet nátok srážkové vody je proveden dle EN 16 941 – 1.

$$Y_r = \sum A_i \cdot h_i \cdot e_i \cdot n_i$$

Y_r – srážková voda spadená za časovou jednotku [l]

A – horizontální průmět střechy nebo oblasti pro sběr vody [m²]

h – celkové množství spadených srážek za jednotku času [mm]

e – koeficient drsnosti povrchu [-], uvažuji 0,8

n – účinnost při úpravě vody [-], uvažuji 0,9

$$A = 402 \text{ m}^2$$

Srážkový normál pro Zlínský kraj $h_i = 786 \text{ mm}$

$$Y_r = 402 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,98 \cdot 786 = 247,72 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Posudek množství natečené vody za 1 rok

Pro administrativu se uvažuje využití kanceláří po 250 dní v roce.

Pro bytové jednotky se předpokládá využití 365 dní v roce.

$$V_a = (30 \cdot 12 + 20 \cdot 2) \cdot 250 = 100,0 \text{ m}^3$$

$$V_b = 12 \cdot (24 + 12) \cdot 365 = 157,68 \text{ m}^3$$

$$V = V_a + V_b = 257,68 \text{ m}^3$$

$Y_r < V$ – **Natečené množství vody nevyhovuje**

Je možné odebrat rozvod pro pračky v bytech

$$V_a = (30 \cdot 12 + 20 \cdot 2) \cdot 250 = 100,00 \text{ m}^3$$

$$V_b = 12 \cdot (24) \cdot 365 = 105,12 \text{ m}^3$$

$$V = V_a + V_b = 205,12 \text{ m}^3$$

$Y_r > V$ – **Natečené množství vody vyhovuje**

Úspora vody v případě napojení praček na prádlo

$$247,72 - 205,12 = 42,60 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Filtry potřebné k filtraci vody v pračkách – výměna 1x za půl roku – 200 Kč

Cena vodného k 1.1.2018

$1 \text{ m}^3 = 36,98 \text{ Kč}$

Ušetřené množství

$V = 46,60.39,98 = 1\,863,14 \text{ Kč}$

Volím variantu rozvodu k pračkám v bytech. V případě menšího úhrnu srážek bude nedostatek provozní vody nahrazen vodou pitnou, kterou bude zásobována AT stanice s oddělením systémů dešťové a pitné vody. V případě většího ročního úhrnu srážek v dané lokalitě nedojde k nedostatku vody a celková úspora peněz bude vyšší.

C.2.4.3. *Návrh automatické tlakové stanice*

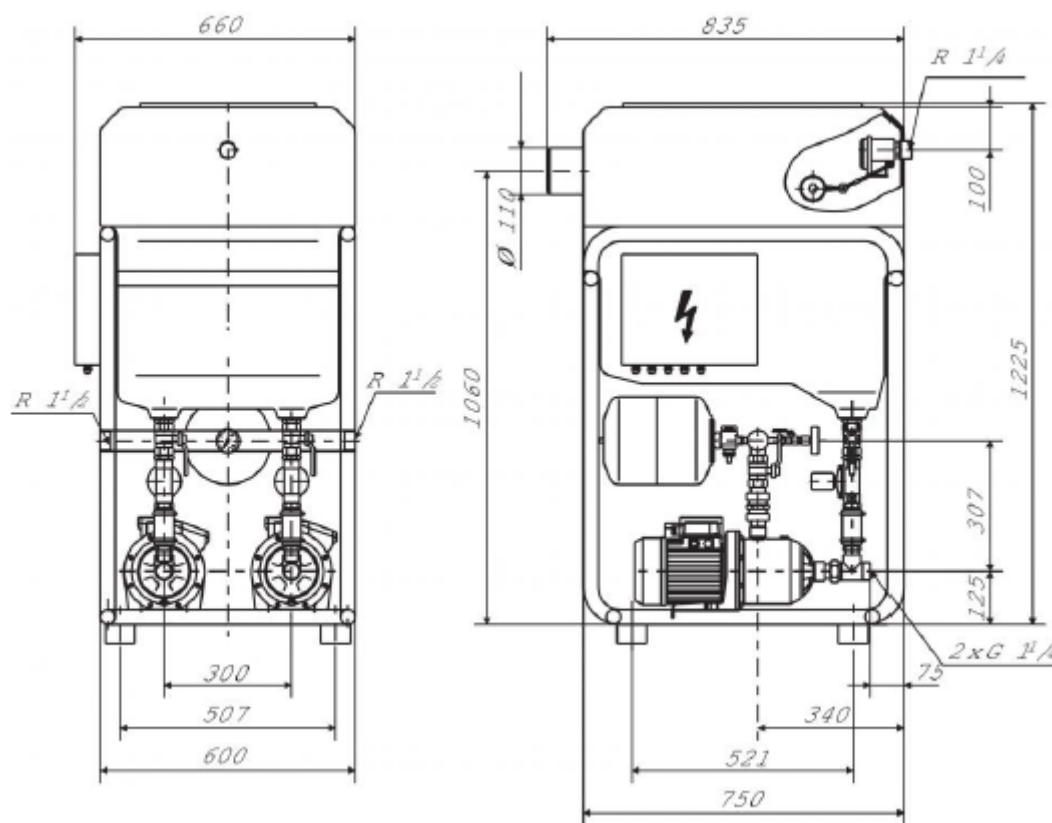
Pro zásobování objektu srážkovou vodou jsem zvolil AT stanici s oddělením systémů pitné a srážkové vody dle ČSN EN 1717.

- 2 samonasávací, korozivzdorná, nehlukná odstředivá čerpadla konstrukční řady MultiCargo MC
- Sběrné výtlačné potrubí R 1 1/2 včetně jednotky čidla s membránovou tlakovou nádobou na 8 l na principu průtoku a uzavíracího zařízení s vypouštěním
- Tlakoměr 0 - 10 bar
- Kulový kohout na sání a na výtlačku
- Velkoobjemová doplňovací nádrž čerstvé vody (150 l) s mechanickým plovákovým ventilem
- Centrální spínací přístroj RainControl Professional s řídicí elektronikou včetně magnetických ventilů, tlakového snímače 4–20 mA a snímače hladiny s 20 m dlouhým kabelem pro kontrolu stavu naplnění

Popis/konstrukce

- Zařízení pro zásobování vodou se zdvojenými čerpadly připravené k okamžitému zapojení jako kompaktní modul pro činžovní domy a veřejné budovy
- Pro plně automatické zásobování srážkovou vodou z podzemní nádrže nebo cisterny
- Velkoobjemová doplňovací nádrž pro doplňování pitné vody podle potřeby do sítě spotřebičů v případě nenaplněné cisterny
- Sériově je k dispozici přípojka pro výstrahu před zpětným vzduťm
- Průtočná membránová tlaková nádoba dle DIN 4807 pro úsporu energie v případě minimálních netěsností na straně budovy

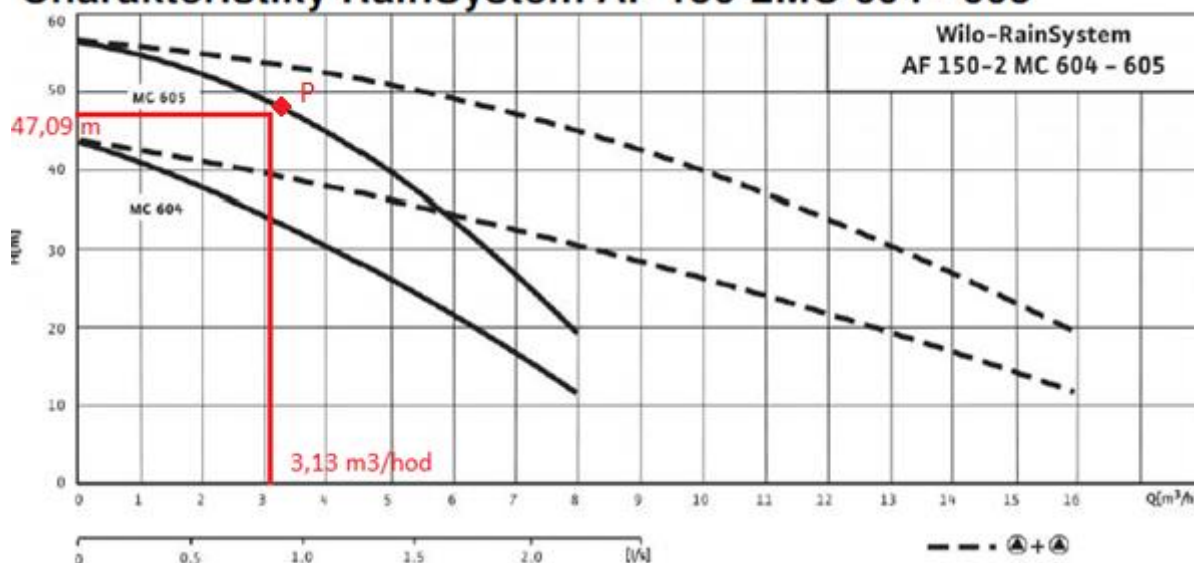
- Automatické přepínání v případě poruchy a připojování při špičkovém zatížení jsou zárukou nejvyšší pohotovosti zařízení
- Doplnění pitnou vodou probíhá plně automaticky a je optimalizované podle potřeby
- S integrovanou elektronickou ochranou motoru, integrovanou ochranou proti běhu nasucho čerpadlového agregátu, jakož i automatickou ochranou před zanesením magnetického ventilu vápenatými usazeninami



Obrázek 38: AT stanice Wilo Rainsystem AF150 [32]

Posouzení AT stanice:

Charakteristiky RainSystem AF 150-2MC 604 - 605



Obrázek 39: AT stanice Wilo Rainsystem AF150 - posouzení

AT stanice má nastavitelný spínací i vypínací tlak od 1,0 bar. Vypínací tlak volím 5,90 bar dle výpočtu v bodě 2.2.1. *Dimenzování potrubí vnitřního vodovodu*. Zapínací tlak volím 4,70 bar.

Posudek sací výšky stanice

Úsek		Qd	Rozměry		v	l	R	I*R	Σξ	Δpr	I*R + Δpr
			da x S								
od	do	l/s	mm		m/s	m	kPa/m	kPa		kPa	kPa
D9	D8	0,87	32	5,4	1,57	13,2	1,54	20,33	26	31,54	51,87

Výška od sacího koše k AT stanici 2,48 m

Přepočet na sací výšku $H = 5,29 \text{ m}$

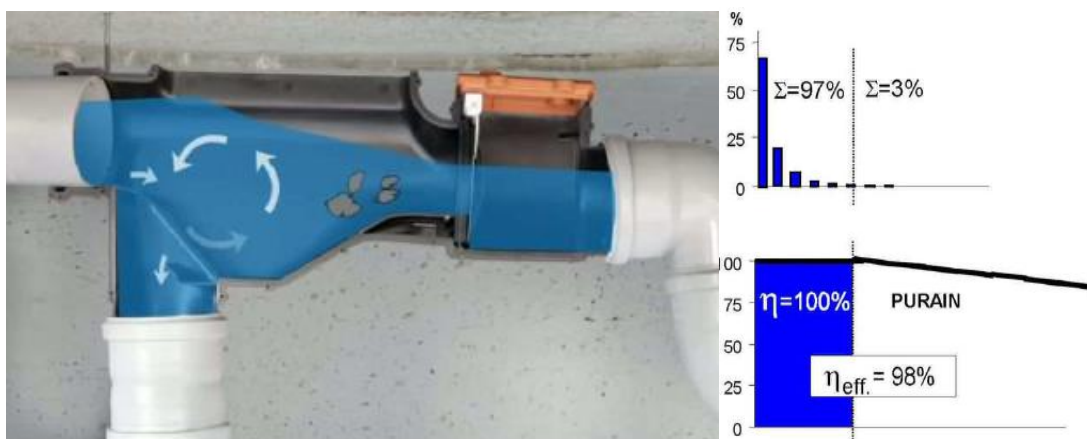
Celkem 7,77 m

Maximální sací výška 8 m

Vyhovuje

C.2.4.4. Návrh filtru srážkových vod

V rámci předčištění srážkových vod na přítoku do retenční nádrže bude použit filtr AS-PURAIN od společnosti ASIO. Filtr pracuje na principu vodního skoku a je schopen odloučit až 98% nečistot splavených ze střechy.



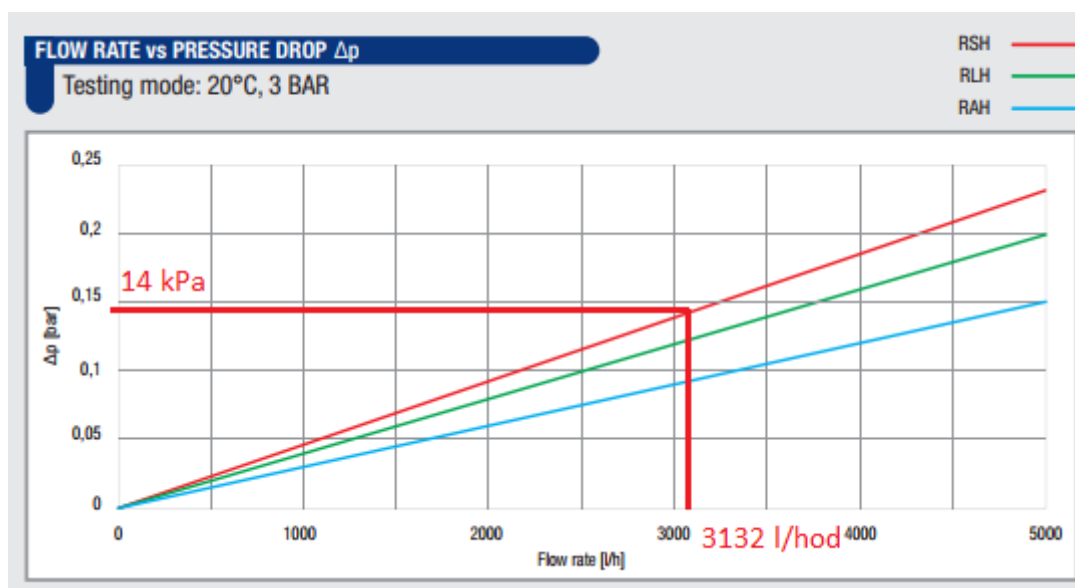
Obrázek 40: Filtr AS-PURAIN [11]

C.2.4.5. Návrh filtrů na výtlaku z AT stanice

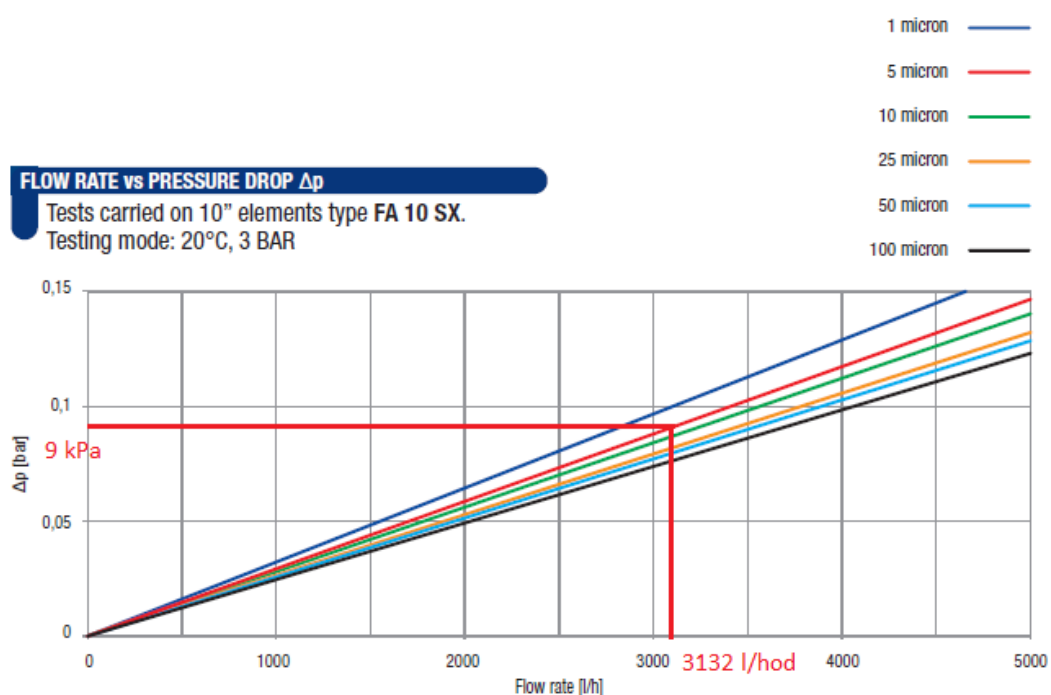
Na výtlaku z AT stanice bude použita kombinace filtrů HYDRA RAINMASTER Duo. První filtr bude mít nerezovou vložku a RAH, která poskytuje filtraci nečistot nad úroveň 90 mcr. Filtr bude napojen na přečerpávací stanici odpadních vod. Filtr má magnetický ventil, který se bude automaticky otevírat a filtr tak pročišťovat. To velmi ovlivňuje životnost druhé vložky filtru, která se musí měnit jednou za půl roku. Druhá vložka ve filtru bude polypropylenová. Touto vložkou získáme filtraci na úrovni 10 mcr., která bude plně dostačovat pro využívání provozní vody v pračkách a nebude tak způsobovat zanášení jemných trysek.



Obrázek 41: Filtr HYDRA Rainmaster DUO [22]



Obrázek 42: Tlakové ztráty nerezové vložky filtru HYDRA [22]



Obrázek 43: Tlakové ztráty polypropylenové vložky filtru HYDRA [22]

Tlaková ztráta filtrů činí 23 kPa.

C.2.4.6. Návrh ohřívače vody

Hodnoty jsou převzaty z bodu 2.2.4. – Návrh přípravy teplé vody.

Výpočet objemu zásobníku

$$V_z = \frac{Q_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{14,48}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,276 \text{ l}$$

Výkon potřebný na ohřev vody

$$\phi = \frac{Q_{1p}}{\tau} = \frac{100,06}{24} = 4,17 \text{ kWh}$$

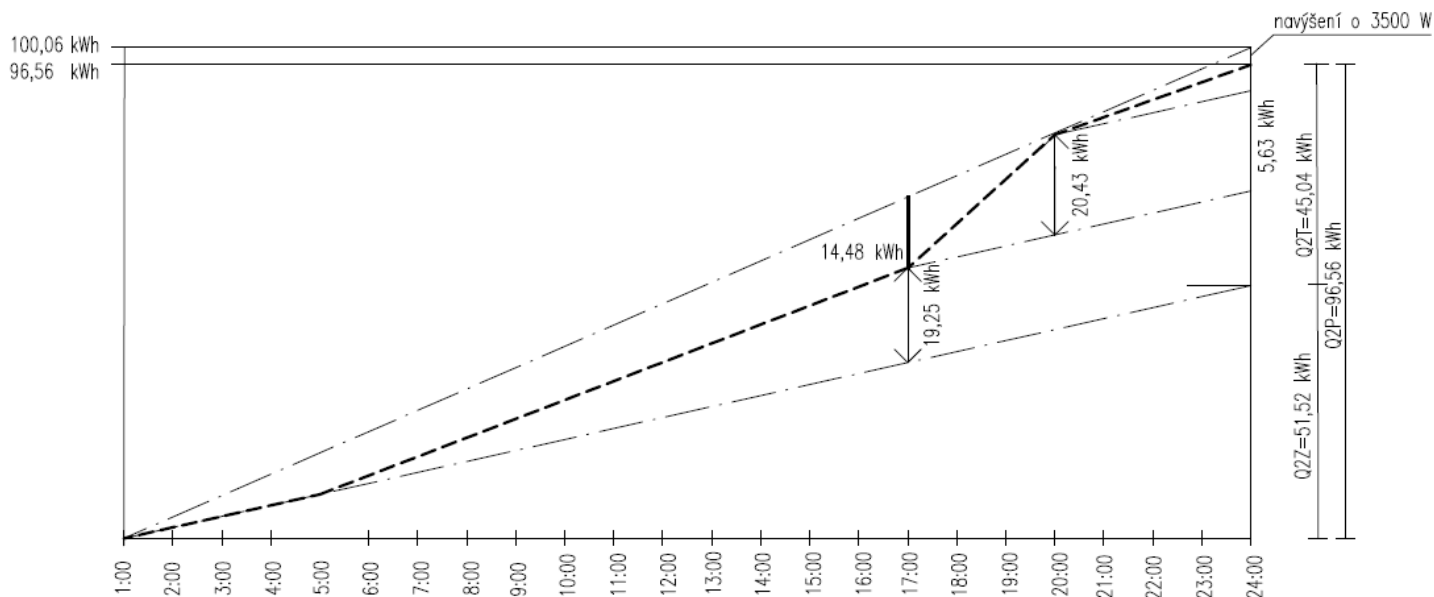
Návrh zásobníku teplé vody Dražice OKC 300 NTR/BP

Objem zásobníku:

$V = 296 \text{ l}$

Výkon výměníku při teplotě 80°C a průtoku 720 l/hod:

$Q = 35 \text{ kW}$



Obrázek 44: Graf potřeby tepla

Návrh pojistného ventilu

Výkon výměníku při teplotě 80°C a průtoku 720 l/hod

$Q = 35 \text{ kW}$

Tabulka 4 – Jmenovité průměry pojistných ventilů pro ohříváče vody

Jmenovité průměry pojistného ventilu DN	Objem ohříváče l
15	do 250
20	do 1 000
25	do 4 000
32	do 8 000
40	do 10 000

MEIBES 3/4" × 1"

otevírací přetlak $p_0 = 6 \text{ bar}$

Pojistný výkon = 150 kW



3/4" × 1"	6 bar	150
3/4" × 1"	7 bar	150
3/4" × 1"	8 bar	150
3/4" × 1"	9 bar	150
3/4" × 1"	10 bar	150

Obrázek 45: Pojistný ventil MEIBES [33]

C.2.4.7. Návrh cirkulačního čerpadla

Stanovení dopravní výšky cirkulačního čerpadla:

Stanovení dopravní výšky a průtoku čerpadla:

Ztráty $\Delta p_{RF} = 40,60 \text{ kPa}$

dle bodu 2.2.3. *Dimenzování cirkulačního potrubí*

Dopravní výška

$H=0,1033 \cdot \Delta p_{RF} = 0,1033 \cdot 40,60 = 4,19 \text{ m}$

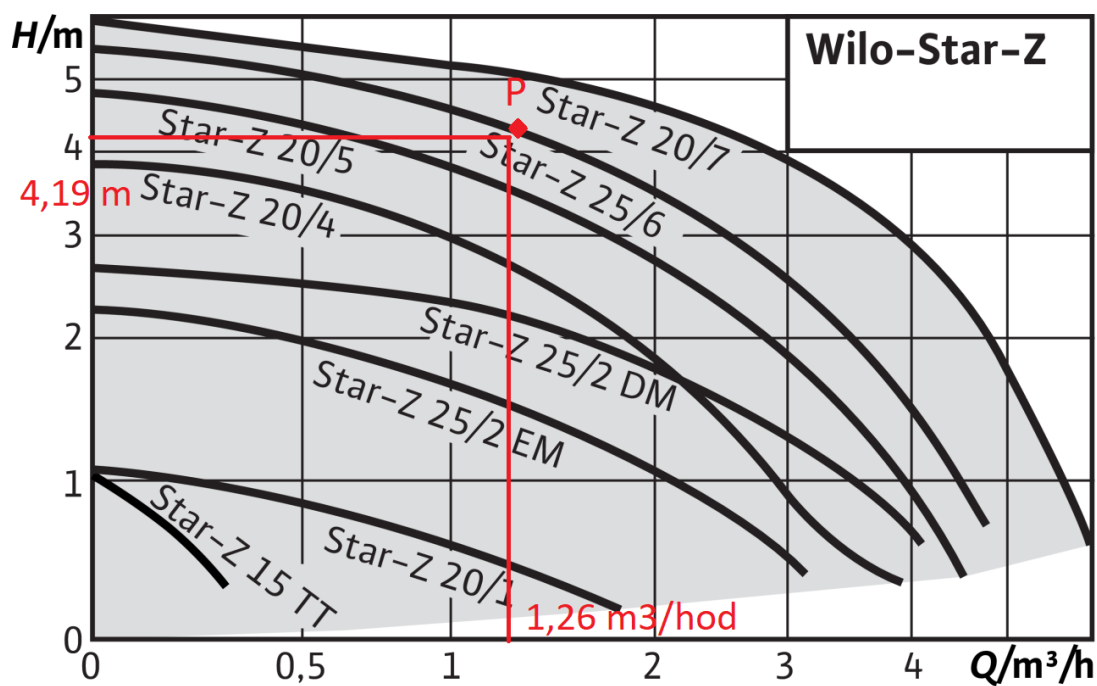
Průtok

$Q = 0,35 \text{ l/s} = 1,26 \text{ m}^3/\text{hod}$

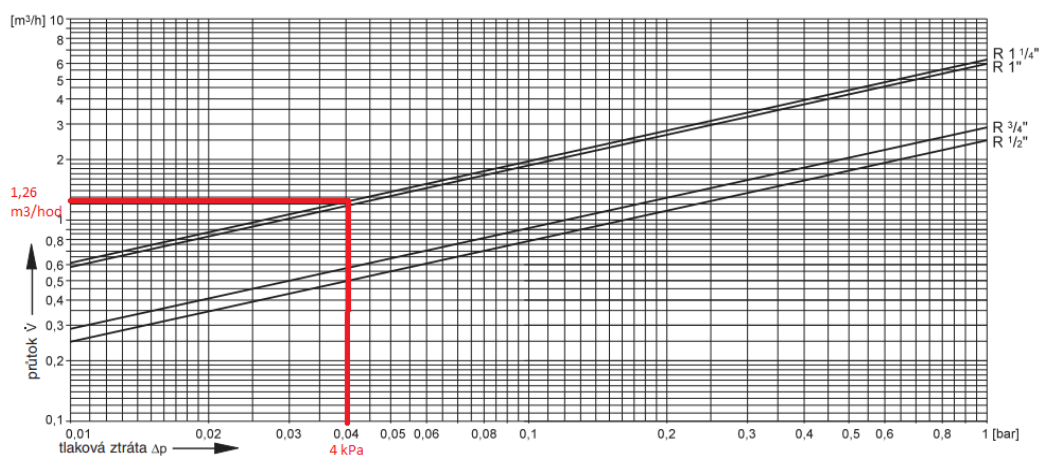
Návrh cirkulačního čerpadla WILO Star-Z 25/6



Obrázek 46: Cirkulační čerpadlo WILO Star-Z 25/6 [34]



Obrázek 47: Wilo star-Z 25/6 – posouzení [35]



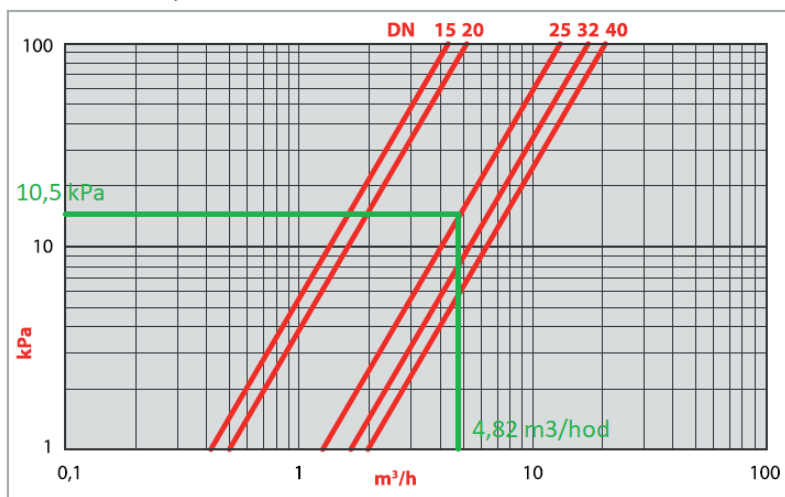
Obrázek 48: Filtr na cirkulaci [26]

C.2.4.8. Návrh vodoměrů

Domovní vodoměr

Jako domovní vodoměr navrhuji vodoměr ENBRA ALTAIR V3. Jedná se o všestranně využitelný vodoměr na studenou vodu. Vodoměr je možné osadit impulzním vysílačem pro dálkový odečet.

Křivka tlakových ztrát



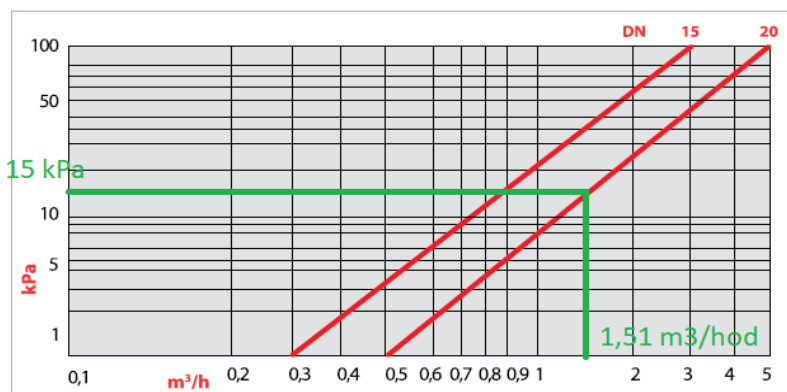
Obrázek 49: Vodoměr ENBRA Altair V3 [36]

Bytový vodoměr

V bytech a u vnitřních rozvodů, které slouží v pronájmu jsou osazeny bytové vodoměry ENBRA ET I. Jedná se o vodoměry do domácností a bytů, které je možné opět dálkově odečítat.



Křivka tlakových ztrát



Obrázek 50: Vodoměr ENBRA ET I [21]

C.2.4.9. Návrh plynoměů

Návrh membránového plynoměů *Elster BK-G1.6* pro bytové jednotky

Minimální průtok

$$Q_{\text{MIN}} = 0,016 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Maximální průtok

$$Q_{\text{MAX}} = 2,5 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Posudek minimálního průtoků

$$Q_{\text{MIN}} \text{ plynoměů} < Q_{\text{MIN}} \text{ spotřebičů}$$

$$0,016 < 0,167$$

Posudek maximálního průtoků

$$Q_{\text{MAX}} \text{ plynoměů } 2,5 \text{ m}^3/\text{hod} > 1,0 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Návrh membránového plynoměů *Elster BK-G4.0* pro kotelnu

Minimální průtok

$$Q_{\text{MIN}} = 0,04 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Maximální průtok

$$Q_{\text{MAX}} = 6,0 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Posudek minimálního průtoků

$$Q_{\text{MIN}} \text{ plynoměů} < Q_{\text{MIN}} \text{ spotřebičů}$$

$$0,016 < 0,54$$

Posudek maximálního průtoků

$$Q_{\text{MAX}} \text{ plynoměů } 6,0 \text{ m}^3/\text{hod} > 4,9 \text{ m}^3/\text{hod}$$

C.2.4.10. Návrh zdroje tepla

Při návrhu zdroje tepla nejprve spočítám ztráty prostupem pomocí obálkové metody. Jelikož se jedná o novostavbu, musí budova splňovat normové prostupy tepla U . Následně se spočítají ztráty budovy větráním, které bude rozdělené na větrání přirozené v bytových jednotkách bez hygienického zázemí a větrání nucené pomocí VZT jednotky v části administrativní a v hygienickém zázemí. Do závěrečného posouzení se také připočítá energie na přípravu teplé vody v domě.

Tepelná ztráta prostupem

Výpočet měrné ztráty prostupem

Konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostupu tela U [W/m ² .K]	Redukčn í činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H _p [W/K]
Vnější stěna	922,18	0,3	1	276,65
Střecha plochá	151,00	0,24	1	36,24
Střecha šikmá	282,24	0,24	1	67,74
Strop pod nevytápěnou půdou	190,58	0,3	1	57,17
Stěna k nevytápěné půdě	22,44	0,3	1	6,73
Podlaha přilehlá k zemině	388,28	0,45	0,47	81,90
Stěna přilehlá k zemině	362,00	0,45	0,53	86,54
Stěna mezi sousedními budovami	244,14	1,05	0,16	40,05
Okna	71,06	1,5	1	106,59
Lehký obvodový plášť - okna	157,74	1,18	1	186,13
Okna střešní	0,00	1,4	1	0,00
Dveře	8,61	1,7	1	14,64
Celkem				960,39

Poměr zasklení u lehkého obvodového pláště – 0,8

$$f_w = \frac{A_w}{A}$$

$$f_w > 0,5$$

$$U = 0,7 + 0,6 \cdot f_w = 0,7 + 0,6 \cdot 0,8 = 1,18 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Plochy jednotlivých konstrukcí

Konstrukce	Plocha
JZ stěna	363,72 m ²
JV stěna	260,49 m ²
SV stěna	307,06 m ²
SZ stěna	311,62 m ²
Otvory a výplně	76,57 m ²

1. Celková měrná ztráta prostupem

$$Q_1 = U_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_e)$$

$$Q_1 = 960,39 \cdot (20 - (-12))$$

$$Q_1 = 30\,732,63 \text{ W}$$

Tepelná ztráta větráním

Objemy prostor

Objem 1.PP	1 215,50 m ³
Objem 1. NP	1 548,60 m ³
Objem 2. NP	1 014,61 m ³
Objem 3. NP	579,82 m ³
Objem 4. NP	579,82 m ³
Objem 5. NP	450,48 m ³

Větrání pomocí VZT jednotky:

Místnosti větrané VZT $V = 2\,563,21 \text{ m}^3$

Požadavek 0,5 x výměna vzduchu $V = 1\,281,60 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$

Požadavek na větrání zařizovacích předmětů:

Zařizovací předmět	Objem vzduchu [m ³ .h ⁻¹]	Počet zařizovacích předmětů	Celkový objem vzduchu [m ³ .h ⁻¹]
Umyvadlo	30	9	270
Pisoár	25	2	50
Vana	200	2	400
Dřez	30	5	150
Záchodová mísa	25	11	275
Výlevka	25	2	50
Celkem hygienické požadavky			1195

Požadovaná výměna vzduchu celkem $V = 1195 + 1281,60 = 2\,476,60 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$

Měrná ztráta větráním VZT:

$$Q_{2'} = \frac{V}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_e)$$
$$Q_{2'} = \frac{2476,60}{3600} \cdot 1,18 \cdot 1010 \cdot (20 - (-12))$$
$$Q_{2'} = 26\,236,59 \text{ W}$$

Účinnost ZZT – 70%:

$$t_p = t_e + U(t_i - t_e)$$
$$t_p = 12 + 0,7 \cdot (20 - (-12))$$
$$t_p = 10,40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Měrná ztráta větráním VZT s rekuperací:

$$Q_2 = \frac{V}{3600} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_p - t_e)$$
$$Q_2 = \frac{2476,60}{3600} \cdot 1,18 \cdot 1010 \cdot (20 - 10,40)$$
$$Q_{VZT} = 7\,870,98\,W$$

Tepelná ztráta přirozeným větráním

Větrání přirozené

Místnosti větrané přirozeně	$V = 2\,825,61\,m^3$
Požadavek 0,5 x výměna vzduchu	$V = 1\,412,80\,m^3 \cdot \text{hod}^{-1}$

3. Měrná ztráta přirozeným větráním

$$Q_3 = 1300 \cdot V \cdot (t_i - t_e)$$
$$Q_3 = 1\,300 \cdot 2\,825,61 \cdot (20 - (-12))$$
$$Q_3 = 16\,325,72\,W$$

$$Q_{PRIP} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV} = 0,7 \cdot 47,057 + 0,7 \cdot 7,87 + 4,17 = 42,62\,kWh$$

$$Q_{VYT} = Q_1 + Q_3 = 30,73 + 16,33 = 47,057\,kWh$$

$$Q_{VZT} = 7,87\,kWh$$

$$Q_{TV} = 4,17\,kWh$$

Návrh kondenzačního kotle BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50 o výkonu 45 kWh.

Spotřeba plynu: $Q_{MAX} = 4,90\,m^3/\text{hod}$
 $Q_{MIN} = 0,54\,m^3/\text{hod}$

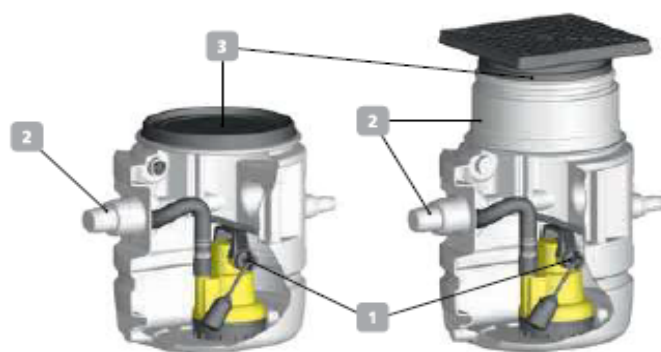


Obrázek 51: Kotel BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50 [37]

C3. PŘÍLOHY K ČÁSTI C

C.3.1. Přečerpávací stanice odpadních vod Ama-Drainer-Box

Ama-Drainer-Box – Waste Water Lifting Unit for Automatic Drainage of Water



1 Maximum operating reliability

Absolute integrity and reliability: Patented magnetic switch with adjustable level control and maximum travel stop (Ama-Drainer N)

2 Flexible installation

Can be adapted to conditions or constraints on site thanks to level-adjustable, rotatable extension of the underfloor box and graded inlet connections

3 No bad odours

Drain with siphon trap integrated in the cover plate (underfloor) and odour-proof cover (above-floor)

Fast installation

Work on site is limited to fitting the inlet and discharge piping and connecting the unit to the power supply

Safety

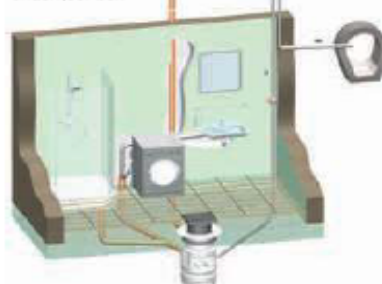
Protection against penetrating groundwater: Puddle flange (accessory) available for sealing pipe passage through the wall of a "white tank" (waterproof concrete basement).

Reliable single or dual lifting units for underfloor or above-floor installation. Broad range of (Ama-Drainer) pumps, covering all possible application requirements.

Installation drawing:
above-floor box



Installation drawing:
underfloor box



Technical data	Above-floor box 1 B Underfloor box 1 U Single-pump unit	Above-floor box Z 2 B Underfloor box Z 2 U Dual-pump unit
Flow rate Q	Up to 35 m ³ /h (9.7 l/s)	Up to 46 m ³ /h (12.8 l/s)
Head H	Up to 21 m	Up to 24 m
Fluid temperature t	Up to +40 °C in continuous operation Up to +90 °C for 3 minutes max.	Up to +40 °C in continuous operation Up to +90 °C for 3 minutes max.
Volume V	100 l	200 l

Automation option: LevelControl Basic 2



KSB Aktiengesellschaft
Johann-Klein-Straße 9
67227 Frankenthal (Germany)
www.ksb.com

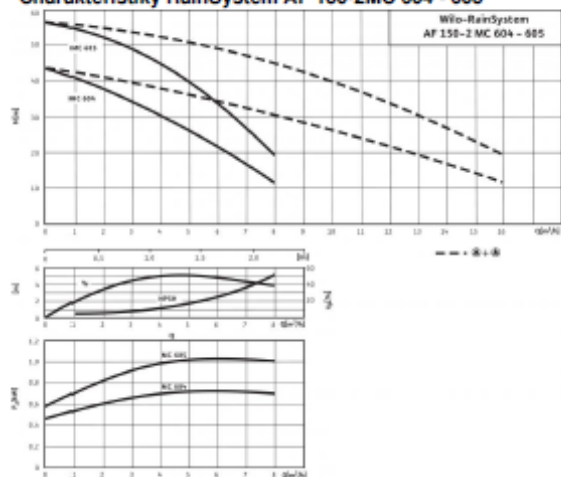
Obrázek 52: Ama-Drainer-Box [30]

C.3.2. Automatická tlaková stanice WILO AF 150-2 MC 605

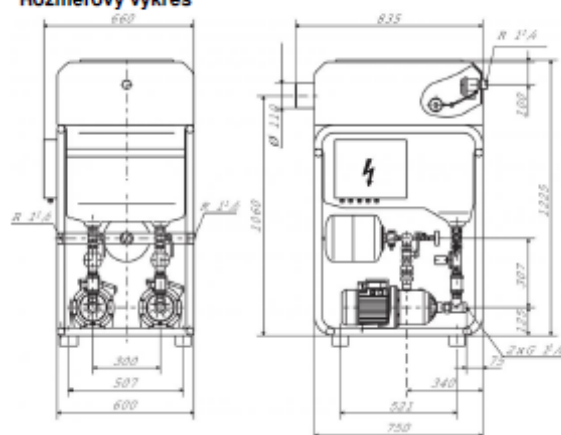
wilo

Datový list: Rainsystem AF 150-2 MC 604

Charakteristiky RainSystem AF 150-2MC 604 - 605



Rozměrový výkres



Přípustná čerpaná média (jiná média na vyžádání)

Čistá voda bez sedimentujících látek	•
Dešťová voda	•

Příkon

Sačí výška max. H	8 m
Spínací tlak	od 1,0 bar variabilně nastavitelný
Vypínací tlak	od 1,0 bar variabilně nastavitelný
Teplota média T	+5...+35 °C
Max. okolní teplota T'	40 °C
Síťová přípojka	1-230 V, 50 Hz
Doplňovací nádrž V	150 l
Hrubá hmotnost m	107 kg

Motor/elektronika

Počet čerpadel na zařízení	2
Počet stupňů	4
Jmenovitý proud I_N	5,1 A
Druh ochrany	IP 41
Třída izolace	F

Přípojky

Výtláčné potrubí na výtlaku	Sběrné potrubí R 1½
Jmenovitá světllost trubkové přípojky na sání R_p	1½
Přípojka nátoky	R 1½
Přípojka přepadu [DN]	100

Materiály

Sikfín čerpadla	1.4301
Oběžné kolo	Noryl
Hřídel čerpadla	1.4057 [AISI431]
Mechanická ucpávka	Uhlík/keramika
Stupňové komory	Noryl

Informace k objednávce

Značka	Wilo
Typ	AF 150-2 MC 604
Č. výr.	2531206
Hmotnost oca m	85 kg

• = k dispozici, - = není k dispozici

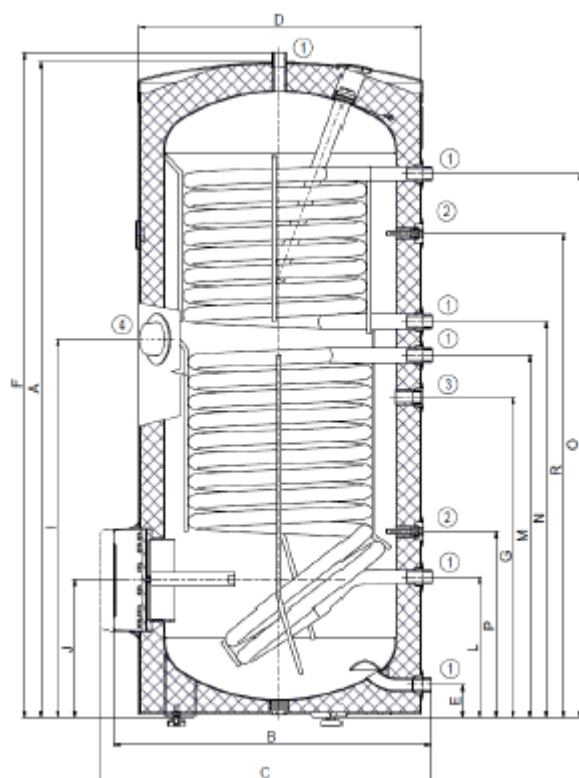
1) Doplňování čisté vody přes plovákový ventil s volným odtokem podle EN 1717

2) Doplňování čisté vody přes volný přítok podle EN 1717 (plnicí nálevka a zklidňný nátok integrovaný ze strany nádoby). Připojení cisternového čerpadla : Hrdlo d.50 (přítok ze strany nádrže s integrovaným zklidňným nátokem)

3) s přepadem se sifonem jako sanitární koleno a plným průchodem podle DIN 1986

Obrázek 53: Wilo Rainsystem AF150 [32]

C.3.3. Zásobník teplé vody Dražice OK 300 NTR/BP



TYP	OKC 300 NTR/BP	OKC 300 NTRR/BP
A	1558	1558
B	750	750
C	810	810
D	670	670
E	77	77
F	1579	1579
G	760	760
I	895	895
J	325	325
L	330	330
M	858	858
N	-	939
O	-	1291
P	438	438
R	1148	1148

MODEL	OKC 300 NTR/BP
OBJEM [l]	296
HMOTNOST BEZ VODY[kg]	108
PROVOZNÍ TLAK ZÁSOBNÍKU [MPa]	
PROVOZNÍ TLAK VÝMĚNÍKU [MPa]	
MAX.TEPLOTA TOPNÉ VODY [°C]	
MAX.TEPLOTA TEPLÉ VODY [°C]	
VÝHŘEVNÁ PLOCHA SPODNÍHO VÝMĚNÍKU [m ²]	1,5
VÝHŘEVNÁ PLOCHA HORNÍHO VÝMĚNÍKU [m ²]	-
VÝKON SPODNÍHO/HORNÍHO VÝMĚNÍKU PŘI TEPLOTE TOPNÉ VODY 80 °C A PRŮTOKU 720 l/h [kW]	35
TRVALÝ VÝKON TEPLÉ VODY ¹ SPODNÍHO/HORNÍHO VÝMĚNÍKU [l/h]	1100
DOBA OHŘEVU VÝMĚNÍKEM Z 10°C NA 60 °C [min]	30
STATICKÁ ZTRÁTA [W]	83

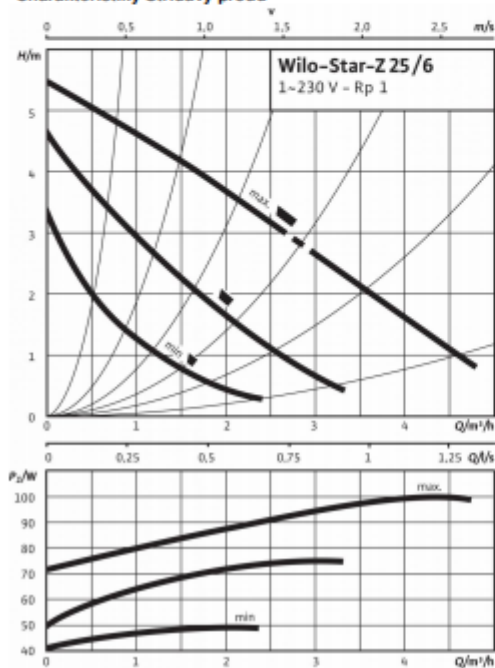
Obrázek 54: Zásobník vody Dražice [38]

C.3.4. Cirkulační čerpadlo

wilo

Datový list: Star-Z 25/6-3

Charakteristiky Střídavý proud



Rozměrový výkres

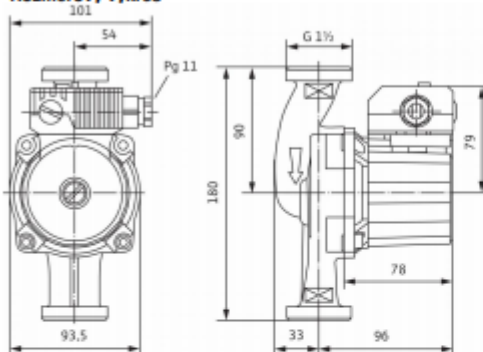
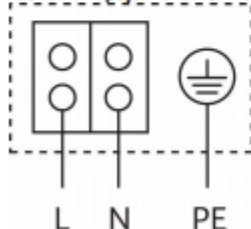


Schéma zapojení svorkovnice 1-230 V



Motor odolný vůči zabíjení
Motor na střídavý proud (EM) 2pólový • 1-230 V, 50 Hz
S vestavěným kondenzátorem

Připustná čerpaná média (jiná média na vyžádání)

Pitná voda a voda pro potravinářské provozy dle
TrinkwV 2001

Připustná oblast použití

Teplotní rozmezí při použití v systémech
cirkulačních systémů pitné vody při max. okolní
teplotě +40 °C

Teplotní rozmezí při použití cirkulačních systémů
pitné vody při max. okolní teplotě +40 °C v
krátkodobém provozu v trvání 2 h T

Max. přípustná tvrdost v cirkulačních systémech
užitkové vody

Maximální povolený provozní tlak P_{max}

+2 ... +65 °C

70 °C

3,21 mmol/l (18 °dH)

10 bar

Potrubi přípojky

Spojení trubek na závit

Závit

Konstrukční délka L0

Rp 1

G 1½

180 mm

Motor/elektronika

Rušivé vyzářování

Odolnost vůči rušení

Druh ochrany

Třída izolace

Síťová přípojka

Otáčky n

Příkon P_1

Příkon I

Ochrana motoru

Kabelové šroubení PG

EN 61000-6-3

EN 61000-6-2

IP 44

F

1-230 V, 50 Hz

1200 - 2200 1/min

49 / 74 / 99 W

0,22 - 0,43 A

Není zapotřebí (odolné vůči
zabíjení)

1x11

Materiály

Pouzdro čerpadla

Oblátné kolo

Hřídel čerpadla

Ložisko

Červený bronz (CC 499K) dle
DIN 50930-6, dle německé
vyhlášky o pitné vodě
TrinkwV 2001

Plast (PPC)

Oxidová keramika, hnědá (Al2O3)

Uhlík, impregnovaný syntetickou
pryskyřicí

Minimální výška nátoky na sacím hrdle k zamezení vzniku kavitace při teplotě
čerpané vody

min. provozní výška při 40 / 65 / 110 °C

0,5 / 3 / 10 m

Informace k objednávce

Značka

Typ

Č. vjř.

Hmotnost cca m

Wilo

Star-Z 25/6-3

4047573

2,66 kg

Obrázek 55: Cirkulační čerpadlo Wilo Star Z 25/6 [35]

C.3.5. Domovní vodoměr ENBRA ALTAIR V3

DOMOVNÍ A PRŮMYSLOVÉ Kroužkový objemový vodoměr ALTAIR V3

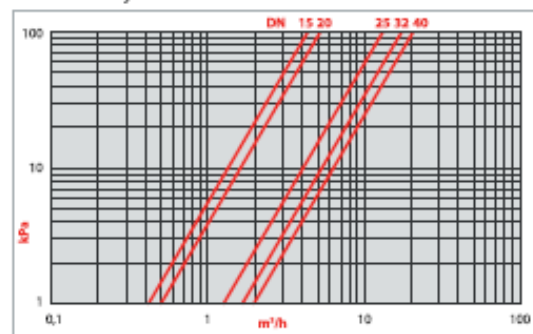
Typ ALTAIR je všestranně použitelný vodoměr na studenou vodu. Vzhledem k velké měřicí komoře může být užit v bytové oblasti nebo jako hlavní vodoměr.

ALTAIR je modulární měřidlo a může být kdykoli aktuálně osazen impulsním vysílačem IZAR PULSE pro rozšíření svých možností.

Technická specifikace a výhody:

- modulární konstrukce objemového vodoměru
- velikost měřidla DN 15 až DN 40
- počáteční hodnota rozběhu 2 l/h u dimenze DN 15
- velmi nízká tlaková ztráta
- číselník měřidla v provedení sklo / kov
- vysoký dynamický rozsah R 160
- na přání možno objednat verze R630 pro průtok $Q_3 = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$ a R800 pro $Q_3 = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$
- montážní poloha vodorovná a svislá, s výjimkou číselníkem dolů

Křivka tlakových ztrát



Jmenovitá světlost	DN	mm	15	15	20	20	25	32	40
Připojovací závit vodoměru			G 3/4"		G 1"		G 1 1/4"	G 1 1/2"	G 2"
Trvalý průtok	Q ₃	m ³ /h	2,5		4		6,3	10	16
Standardní dynamický rozsah	R	Q ₃ /Q ₁	160	200	160				
Přetěžovací průtok	Q ₄	m ³ /h	3,125		5		7,875	12,5	20
Přechodový průtok	Q ₂	l/h	25	20	40		63	100	160
Minimální průtok	Q ₁	l/h	15,625	12,5	25	25	39,375	62,5	100
Rozběhový průtok	S	l/h	2				5		
Max. pracovní tlak	MAP	MPa	1,6						
Teplotní třída			T30						
Třída citlivosti na nepravdělnosti v rychlost. polích			U0/D0						
Parametry impuls. modulu IZAR PULSE	U/I	max	30 V / 0,1 A DC / 8 Hz						
Stavební délka	L	mm	110	165	190	260	300		
Hmotnost	W	kg	1,05	1,2	1,34	4,8	5,25	5,45	
Výška se zavřeným / otevřeným víčkem	H	mm	122/202	127/207	180/260				

Obrázek 56: ENBRA Altair V3 [36]

C.3.6. Bytový vodoměr ENBRA ET I

BYTOVÉ Suchoběžný vodoměr ET a ET I

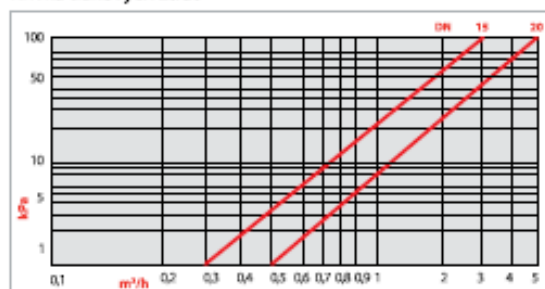
Jednotokové lopatkové vodoměry ET jsou určeny především pro domácnosti (rodinné domky, instalační jádra v nájemních domech), kde je možno využít možnosti obou montážních poloh.

Technická specifikace a výhody:

- dvouložiskové safírové uložení lopatkového kola
- dlouhodobá životnost a stabilita metrologických parametrů
- záruka 3 roky
- nejlepší servisní pokrytí v ČR
- speciální provedení pro ventily a baterie
- provedení ET I s kontaktním imp. výstupem 1 nebo 10 l/imp
- dimenze/průtok DN15/2,5 a DN20/4,0
- teplotní třída T30 pro měření studené vody a T30/90 pro měření teplé vody
- otočný číselník pro snadný odečet údajů
- montážní poloha vodorovná a svislá



Křivka tlakových ztrát



Jmenovitá světlost	DN	mm	15	20
Připojovací závit vodoměru			G 3/4"	G 1"
Trvalý průtok	Q ₃	m³/h	2,5	4
Standardní dynamický rozsah	R	Q ₃ /Q ₁	40	
Přetěžovací průtok	Q ₄	m³/h	3,125	5
Přechodový průtok	Q ₂	l/h	100	160
Minimální průtok	Q ₁	l/h	62,5	100
Max. pracovní tlak	MAP	MPa		1,0
Teplotní třída				T30, T30/90
Třídy citlivosti na nepravidelnosti v rychlost. polích				U0/D0
Hodnoty impulsního výstupu		l/imp.		1 nebo 10
Zatížení kontaktů impulsního výstupu		max		24 V / 0,1 A DC
Stavební délka	L	mm	80, 110	130
Hmotnost	W	kg	0,46	0,54
Celková výška	H	mm	74	74
Šířka	B	mm		69

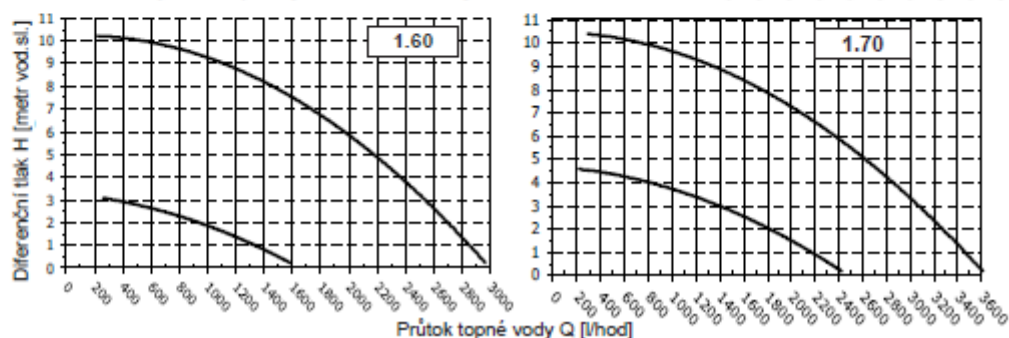
Obrázek 57: ENBRA ET I [21]

C.3.7. Plynový kotel BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50

TECHNICKÉ PARAMETRY kotlů MP+ 1.35 - 1.50 - 1.60 - 1.70					
Model: LUNA DUO-TEC MP+		1.35	1.50	1.60	1.70
Kategorie		II2H3P			
Druh plynu	-	G20 - G31			
Jmenovitý tepelný příkon	kW	34,8	46,3	56,6	66,9
Minimální tepelný příkon	kW	5,1	5,1	6,3	7,4
Jmenovitý tepelný výkon vytápění 80/60 °C	kW	33,8	45	55	65
Jmenovitý tepelný výkon vytápění 50/30 °C	kW	36,5	48,6	59,4	70,2
Minimální tepelný výkon vytápění 80/60 °C	kW	5,0	5,0	6,1	7,2
Minimální tepelný výkon vytápění 50/30 °C	kW	5,4	5,4	6,6	7,8
Jmenovitá účinnost 50/30 °C	%	105,0	105,0	105,0	105,0
Maximální přetlak vody v topném okruhu	bar	4			
Minimální přetlak vody v topném okruhu	bar	0,5			
Rozsah teploty v topném okruhu	°C	25÷80			
Typ odkouření	-	C13 - C33 - C43 - C53 - C63 - C83 - C93 - b23			
Průměr vedení coax. odkouření	mm	80/125			
Průměr vedení děleného odkouření	mm	80/80			
Max. hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,016	0,021	0,026	0,031
Min. hmotnostní průtok spalin	kg/s	0,002	0,002	0,003	0,004
Max. teplota spalin	°C	76	80	80	74
Připojovací přetlak zemní plyn 2H	mbar	20			
Připojovací přetlak propan 3P	mbar	37			
Elektrická napětí	V	230			
Elektrická frekvence	Hz	50			
Jmenovitý elektrický příkon	W	180	230	230	230
Hmotnost netto	kg	40	40	40	50
Rozměry - výška	mm	766			
- šířka	mm	450			
- hloubka	mm	377	377	377	505
Elektrické krytí (EN 60529)	-	IPX5D			
objem vody	litr	4	4	5	6
Certifikát CE	č.	0085CM0128			

LUNA DUO-TEC MP+		1.35	1.50	1.60	1.70
SPOTŘEBA PŘI max. a min. TEPELNÉM PŘÍKONU					
Qmax (G20) - 2H	m3/h	3,68	4,90	5,98	7,07
Qmin (G20) - 2H	m3/h	0,54	0,54	0,67	0,78
Qmax (G31) - 3P	kg/h	2,70	3,60	4,40	5,20
Qmin (G31) - 3P	kg/h	0,40	0,40	0,49	0,57

HYDRAULICKÉ CHARAKTERISTIKY KOTLŮ
s plynule modulovanými čerpadly s ECM motory



Obrázek 58: BAXI Luna DUO-TEC MP+ [37]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

D. PROJEKT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Tomáš Kousal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAKUB VRÁNA, Ph.D.

BRNO 2018

D1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

D.1.2. ÚVOD

Akce:	Novostavba polyfunkčního domu
Místo:	k.ú. Kroměříž, parcela č. 413/3
Investor:	Česká spořitelna a.s.
Stupeň:	Projekt pro stavení povolení
Vypracoval:	Ing. Tomáš Kousal
Datum:	12/2017

Projekt zpracovává zdravotně-technické a plynovodní instalace v polyfunkčním domu, který se bude nacházet v Kroměříži. Celková zastavěná plocha domem činí 400 m². Objekt je šestipodlažní, s 5 nadzemními a 1 podzemním podlažím. 1. PP je tvořeno především zázemím, která se nachází v 1.NP. Jedná se o klientské schránky, chodby, místnost pro trezor, zásobování. Je zde také umístěna místnost pro AT stanici. V 1. PP se nachází také pronajímatelné garáže, ze kterých je vjezd z vedlejší budovy. 1. NP slouží jako prostor pro budoucí banku, nachází se zde velký otevřený prostor pro administrativu a kanceláře. 2. NP slouží jako prostor pro budoucí pronajímatele. Ve 4. NP a 5. NP se nacházejí bytové jednotky. Celkem se jedná o 4 byty. 4. NP je doplněno o místnost se vzduchotechnikou a strojovnu výtahu. V posledním, 5. NP je umístěna kotelna, která slouží pro celý polyfunkční dům.

Projekt řeší kanalizaci, vodovod, plynovod a jejich přípojky a objekty související s nimi. Při provádění stavby je nutné dodržet podmínky městského úřadu, stavebního úřadu a zásady bezpečnosti práce. Polyfunkční dům je navržen pro užívání 12 osobami v bytech a 30 osobami v administrativní části.

D.1.3. BILANCE POTŘEB

D.1.3.1. BILANCE POTŘEBY STUDENÉ VODY

Počet osob v administrativní části: 30

Počet osob v bytech: 12

Průměrná denní potřeba v bytech: $Q_{p, byt} = 12 \cdot 100 = 1\,200$ l/den

Průměrná denní potřeba v administrativě: $Q_{p, adm} = 30 \cdot 60 = 1\,800$ l/den

Průměrná denní potřeba celkem: $Q_p = Q_{p, byt} + Q_{p, adm} = 3\,000$ l/den

Maximální hodinová potřeba vody $Q_h = 4\,500/24 \cdot 1,8 = 340$ l/hod

Průměrná roční potřeba vody $Q_r = Q_p \cdot 360 = 1\,080\,000$ l/rok $\Rightarrow 1\,080$ m³/rok

D.1.3.2. BILANCE POTŘEBY TEPLÉ VODY

Byty: $V_{2p, B} = 0,594 \text{ m}^3$

Administrativní část: $V_{2p, A} = 0,267 \text{ m}^3$

Celková potřeba teplé vody: $V_{2P} = 0,861 \text{ m}^3$

D.1.3.3. BILANCE POTŘEBY SRÁŽKOVÉ VODY

Denní potřeba provozní vody: $V_p = 30.12 + 2.20 + 12.(24+12) = 832 \text{ l / den}$

Pro administrativu se uvažuje využití kanceláří po 250 dní v roce.

Pro bytové jednotky se předpokládá využití 365 dní v roce.

Roční potřeba vody pro administrativu: $V_a = (30.12 + 20.2).250 = 100,0 \text{ m}^3$

Roční potřeba vody pro byty: $V_b = 12.(24+12).365 = 157,68 \text{ m}^3$

Roční potřeba provozní vody $V = V_a + V_b = 257,68 \text{ m}^3/\text{rok}$

D.1.3.4. BILANCE ODTOKU SPLAŠKOVÝCH ODPADNÍCH VOD

Průměrný denní odtok splaškové odpadní vody: $Q_m = Q_p.k_d = 3000.1,5 = 4\,500 \text{ l/den}$

Maximální hodinový odtok splaškové vody: $Q_h = Q_m.k_h = 4\,500/24 . 1,8 = 340 \text{ l/hod}$

Roční odtok splaškové odpadní vody: $Q_r = Q_p.360 = 1\,080\,000 \text{ l/rok} \Rightarrow 1\,080 \text{ m}^3/\text{rok}$

D.1.3.5. BILANCE ODTOKU DEŠŤOVÝCH ODPADNÍCH VOD

Roční odtok srážkové vody:

$$Y_r = \sum A_i . h_i . e_i . n_i$$

$$Y_r = 402,1.0,8.0,98.786 = 247,72 - 257,68 = 0 \text{ m}^3/\text{rok}$$

D.1.4. PŘÍPOJKY

D.1.4.1. KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKA

Objekt bude odkanalizován do stávající oddílné kanalizace. Dešťová i splašková kanalizace jsou tvořeny kameninou o DN 500.

Pro odvedení srážkové vody do kanalizace bude vybudována nová kanalizační přípojka DN 150. Maximální průtok srážkových vod přípojkou činí 13,28 l/s při použití přepadu a vyčerpání retenčního objemu nádrže. Regulovaný průtok srážkových vod přípojkou je 0,5 l/s. Hlavní vstupní šachta je vyrobena z prefabrikovaných dílců společnosti BEST. Průměr vstupní šachty je 800 mm s poklopem velikosti 600 mm. Šachta bude mít rovné dno a ve vzdálenější

části bude osazena zpětnou klapkou, která zamezí případnému vzduť vody. Přípojka bude napojena na stoku jádrovým vývrtem. Potrubí přípojky bude uloženo na důkladně zhutněném pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem nad potrubí. Na něj bude uložena výstražná fólie šedé barvy.

Pro odvedení splaškových odpadních vod bude vybudována nová kanalizační přípojka DN 150. Průtok odpadních vod přípojkou činí 3,65 l/s. Hlavní vstupní šachta je vyrobena z prefabrikovaných dílců společnosti BEST, vnitřní průměr šachty 800 mm, poklop 600 mm. Šachta bude mít tvarované dno. Přípojka bude na kanalizaci napojena jádrovým vývrtem. Potrubí přípojky bude uloženo na důkladně zhutněném pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypáno pískem nad potrubí. Na něj bude uložena výstražná fólie šedé barvy.

D.1.4.2. VODOVODNÍ PŘÍPOJKA

Pro zabezpečení dodávky pitné vody bude vybudována nová přípojka provedená z HDPE 100 SDR 11 40x3,7 mm. Napojena na vodovodní řád před objektem. Přetlak vody v místě napojení přípojky na vodovodní řád se pohybuje v rozmezí 0,45 - 0,55 MPa. Výpočtový průtok přípojkou je určený dle ČSN 75 5455 a činí 1,56 l/s. Vodovodní přípojka bude na veřejný řád HDPE 100 SDR 11 160x14,6 napojena navrtávacím pasem s uzávěrem, zemní soupravou a poklopem od značky HAWLE. Vodoměrná souprava s hlavním vodoměrem DN25 a hlavním uzávěrem vody bude umístěna uvnitř budovy v 1.PP v místnosti určené pro tento účel. Potrubí přípojky bude uloženo na pískovém podsypu tloušťky 150 mm a nad potrubím bude uložen měděný signalizační vodič. Potrubí bude obsypáno a zasypáno pískem o mocnosti vrstvy 300 mm. Nad potrubí bude uložena výstražná fólie bílé barvy.

D.1.4.3. PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA

Pro zabezpečení dodávky zemního plynu bude vybudována nová NTL plynovodní přípojka z materiálu HDPE 100 SDR 11 32x3,0 mm. Nová přípojka bude napojena na NTL plynovodní řád PE 110x12,3 mm. Hlavní uzávěr plynu bude umístěn v zeleném pásu na hranici pozemku. Na ocelových dvířkách bude nápis PLYN a HUP, větrací otvory budou nahoře i dole a uzávěr bude na trojhranný klíč.

Potrubí přípojky bude obsypáno a zasypáno pískem o mocnosti vrstvy 300 mm. Nad potrubí bude uložena výstražná fólie žluté barvy.

D.1.5.VNITŘNÍ SPLAŠKOVÁ KANALIZACE

Kanalizace bude odvádět odpadní vody přes kanalizační přípojku do kanalizační stoky v ulici Kojetínská. Průtok splaškových odpadních vod je 3,65 l/s.

Svodná potrubí S3, S4, S5, S6 povedou pod stropem v 1. PP. Svodná potrubí S1 a S2 povedou v zemi pod 1. NP v nepodsklepené části. V nepodsklepené části budovy se budou tato potrubí spojovat do potrubí, které povede až do vstupní betonové šachty s tvarovaným dnem o vnitřním průměru 800 mm a poklopem průměru 600 mm. Potrubí S1, S3, S4, S7 budou odvětrávaná na střechu. Potrubí S2 a S5 budou mít podomítkovým přívzdušňovacím ventilem HL905. Potrubí S6 slouží pro přečerpávací stanici odpadních vod a není nutné jej větrat. Přečerpávací stanice odpadních vod Ama-Drainer-Box se bude nacházet v suterénu a bude přečerpávat vodu ze samočistícího filtru provozní vody, z přepadu automatické tlakové stanice v případě poruchy a podlahové vpusti, jejíž je součástí.

Připojovací potrubí budou vedena především v instalačních předstěných tloušťky 150 mm, provedených ze SDK. U připojovacích potrubí praček a myček jsou navrženy podomítkové zápachové uzávěrky s přívzdušňovacím ventilem HL 401.1. Pro odvedení kondenzátu z kotle bude použita nálevka DN32 se zápachovou uzávěrkou a kuličkou pro suchý stav HL21.

Potrubí uvnitř budovy bude provedeno z materiálu PP-HT a bude připevněno ke stěnám kovovými objímkami a gumovou vložkou. Vyjímkou je potrubí S7, které bude nad 2.NP svedeno do tichého potrubí SKOLAN, které se napojí do stoupacího potrubí S4 v podhledu. Materiál SKOLAN je rovněž využit u svedení vpusti u VZT jednotky. U potrubí vyvedených na střechu budou potrubí přichycena k trámům, případně ke kovové konstrukci z uzavřených profilů. Materiálem potrubí v zemi budou trouby a tvarovky z PVC-KG, uložené na pískovém loži tloušťky 150 mm a obsypány pískem 300 mm nad vrchol potrubí.

Před uvedením kanalizace do provozu musí být provedena zkouška těsnosti dle ČSN 75 6760.

D.1.6.VNITŘNÍ DEŠŤOVÁ KANALIZACE

Dešťová kanalizace bude odvádět srážkové vody přes kanalizační přípojku do kanalizační stoky v ulici Kojetínská. Průtok dešťových odpadních vod je při regulovaném odtoku stanoven na 0,5 l/s. V případě přetečení retenčního objemu nádrže bude průtok vod 13,28 l/s.

Svodná dešťová potrubí budou vnější a vnitřní. Primárně jsou navržena potrubí vnější. Svodná potrubí budou vedena po fasádě domu a v úrovni terénu budou osazena lapači střešních splavenin HL660E. Vnější potrubí budou provedena z lakovaného pozinkovaného plechu.

Vnitřní svodná potrubí D3 a D6 budou provedena z tichého potrubí SKOLAN a budou vedena v SDK obezdívce podél vnější stěny. V místě ploché střechy je bude před spadem chránit střešní vtok HL 62.1/1 s elektrickým ohřevem, chránícím vtok proti zamrznutí. Potrubí budou upevněna kovovými objímkami a gumovou podložkou.

Materiálem potrubí v zemi jsou tvarovky a trouby z PVC-KG uložené na pískovém loži 150 mm, obsypány pískem tloušťky 300 mm nad vrchol hrdel.

Kanalizace odvádějící vody ze střechy bude svedená do retenční nádrže s akumulačním objemem pro další využití jako provozní voda. Před svedením vody do nádrže bude voda filtrována systémem AS-PURAIN DN 150. Filtrované nečistoty budou v případě přívalových dešťů odplaveny do splaškové kanalizace. I přes samočisticí schopnost filtru je třeba jeho kontrola jednou za půl roku a případné nečistoty je nutné vypláchnout tlakovou vodou. Akumulační objem nádrže je 11,50 m³., retenční objem je stanoven na 10,50 m³. Retenční nádrž bude vyrobena specializovanou firmou z vodostavebního betonu a v místech pracovních spár budou umístěny spojovací plechy a butylkaučukové pásy pro zajištění těsnosti. V místech průchodu potrubí se umístí vláknocementové polymerové pažnice, které zajistí vodotěsnost prostupů. Retenční nádrž bude umístěna v zemi a bude odvětrána mřížovým poklopem, sloužící jako vstupní šachta o rozměrech 600 x 600 mm. Poklop bude uzamčen zámkem pro zajištění bezpečnosti. Vnitřní rozměry nádrže budou 3 000 x 3 000 x 3 000 mm. Na dně nádrže bude vyhrazen prostor pro usazování kalu o výšce 200 mm. Po naplnění akumulačního objemu bude voda regulovaně odváděna do dešťové kanalizace vírovým ventilem AS-NIDAFLOW, nastaveným na regulovaný odtok 0,5 l/s. Za vírovým ventilem je umístěná trouba z PVC-KG DN 160 výšky 1,2 m, sloužící jako přepad při vyčerpání retenčního objemu nádrže. Součástí retenční nádrže je také systém sání ze sacího koše a trubky HDPE pro zásobování automatické tlakové stanice umístěné v domě.

Před uvedením kanalizace do provozu musí být provedena zkouška těsnosti dle ČSN 75 6760.

D.1.7. VNITŘNÍ VODOVOD

Vnitřní vodovod bude napojen na přípojku pitné vody v ulici Kojetínská. Výpočtový průtok přípojkou, stanovený dle ČSN 75 5455 činí 1,56 l/s. Přetlak vody v místě napojení je 0,45-0,55 MPa. Hlavní ležaté potrubí vede do domu v hloubce 2 200 mm pod terénem a do domu vstupuje v ochranné trubce v 1. PP. Vodoměr a hlavní uzávěr vody bude rovněž umístěn v 1. PP v místnosti pro tento účel a celá sestava bude upevněná na zdi. Vodoměrná sestava obsahuje kulové kohouty, vodoměr ENBRA Altair V3, zpětnou klapku, dále vypouštěcí kohouty. Dále se větve dělí na větev požární vody a větev vody pitné, která zásobuje dům. Na požární vodě se nachází ochranná jednotka.

Ležaté potrubí v suterénu bude vedeno v podhledu až ke stoupacímu potrubí. Větev studené vody se dále dělí na dvě stoupací potrubí, před kterými je umístěn kulový kohout a vypouštěcí kohout. Ležaté potrubí pro rozvod požární vody je vedeno také v podhledu až k příslušnému stoupacímu potrubí.

Stoupací potrubí povedou ve dvou instalačních šachtách společně s odpadními potrubími kanalizace. Podlažní rozvodná a přípojovací potrubí povedou především v předstěnách ze SDK a pod omítkou v příčkách.

Teplá voda pro polyfunkční dům bude připravována v kotelně v 5. NP v zásobníkovém ohřívači Dražice OKC 300 NTR/BP, který bude nepřímo ohříván otopnou vodou z kondenzačního kotle BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50. Teplá voda bude rozvedena horním rozvodem k výtakovým armaturám pomocí dvou stoupacích vedení v domě. Cirkulace teplé vody bude napojena na zásobníkový ohřívač a bude vyměňovat vodu až do 1. NP. Na přívodu studené vody do ohřívače bude osazen vypouštěcí kohout, kulový kohout, manometr, zpětná klapka, vypouštěcí kohout a pojistný ventil, nastavený na otevírací přetlak 6 bar. Na cirkulaci bude kromě vypouštěcích a kulových kohoutů osazen také filtr, čerpadlo a zpětná klapka.

Vnitřní vodovod je navržen podle ČSN EN 806-2 a ČSN 75 5409. Montáž a tlakové zkoušky vnitřního vodovodu budou prováděny podle ČSN EN 806-4 a ČSN 75 5409. Vnitřní vodovod bude provozován a udržován podle ČSN EN 806-5 a ČSN 75 5409.

Materiálem horizontálních rozvodů vody je PPR PN 20. Stoupací potrubí jsou navržena z materiálu STABI BASALT PLUS, kvůli nižší délkové roztažnosti. Tento materiál je použit až po odbočku k přípojovacím potrubím jednotlivých podlaží. Materiál potrubí vně budovy je z HDPE 100 SDR 11. Požární rozvod vody je z ocelového, závitového, pozinkovaného potrubí. Hadicové systémy pro první zásah s tvarově stálou hadicí DN19 a délkou 30 m budou umístěny v 1. PP, 3. NP, 4. NP. Vodovodní potrubí bude ke stavebním konstrukcím upevněno pomocí kovových objímek s gumovou vložkou pomocí pevného nebo kluzného uložení dle výkresu. Pro napojení výtakových armatur budou použity nástěnky připevněné ke stěně. Spojení plastového potrubí se závitovou armaturou např. v místě přechodu na vnitřní vodovod je provedeno pomocí přechodky s mosazným závitem. Svařování materiálu PPR PN 20 a STABI BASALT PLUS je možné, protože jsou materiály kompatibilní a od stejného výrobce. Jako uzavírací armatury budou použity mosazné kulové kohouty s atestem na pitnou vodu.

Rozvod provozní vody po domě je proveden ze stejného materiálu jako rozvod vody pitné. Potrubí je zásobováno plně automatickou tlakovou stanicí WILO AF 150, která je nastavena na vypínací tlak 5,7 bar a zapínací tlak 4,7 bar. Řídící jednotka tlakové stanice automaticky doplňuje vodu do systému a v případě poruchy zařízení vypne. V případě selhání systému bude v místnosti umístěno záplavové čidlo. Na výtlačku provozní vody je umístěn filtr HYDRA RAINMASTER DUO s automatickým proplachováním a řízeným automatickým časovačem.

V bytech jsou navrženy vodoměry ENBRA ET I, které mohou být osazeny pulsním modulem. Toto řešení je ovšem nákladné a v případě požadavku investora na dálkový odečet je možné tuto problematiku dále rozpracovat. Vodoměry budou v bytech přístupné přes otevírací dvířka v koupelnách nad vanou.

Na potrubí je navržena tepelná izolace dle vyhlášky 193/2007 Sb. z tvarové PUR pěny, aby splňovala její požadavky. Tloušťka izolace na jednotlivých potrubích je stanovena ve výpočtové části práce.

Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži 150 mm a potrubí bude obsypáno pískem tloušťky 300 mm, na tuto vrstvu bude položena bílá výstražná fólie.

D.1.8.DOMOVNÍ PLYNOVOD

Plynové spotřebiče:

Plynový kotel BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50	45 kW	4,90 m ³ /hod
Varná plynová deska BOSCH	6 kW	1,00 m ³ /hod

Plynový kotel v provedení typu „C“ s uzavřenou spalovací komorou bude umístěn v kotelně v 5. NP. Sání vzduchu a přívod bude provedeno polypropylenovým systémem odkouření Regulus pro kondenzační kotle přes střechu. Montáž kotle musí být provedena v souladu s ČSN 33 2000-7-701. Sporák bude umístěn v kuchyních jednotlivých bytů. Okna budou při uzavřeném stavu umožňovat výměnu vzduchu 20 m³/hod.

Domovní plynovod bude proveden v souladu s ČSN EN 1775 a TPG 704 01. Hlavní uzávěr plynu bude umístěn ve sloupku na kraji pozemku. Ležaté potrubí povede v hloubce 700 mm pod terénem v ochranné trubce. Prostup stěnou v suterénu bude řešen utěsněnou chráničkou, ve které se také bude nacházet přechod na vnitřní rozvod plynu. Prostupy potrubí zdmi a stropy bude řešeno pomocí ochranných trubek. Potrubí pod omítkou nebude uloženo do agresivního materiálu. Plynovod bude veden stoupacím potrubím podél schodiště pod omítkou. Ve 3. NP bude dále potrubí rozvedeno nepřímo větranou chodbou do bytů. Rozvody budou zavěšeny pod stropem v kazetovém podhledu, větraném mřížkami o rozměru 600 x 600 mm, které budou součástí podhledu. Pro varné plynové desky je navržen plynoměr typu G1.6, pro plynový kotel potom plynoměr G4.0. Stoupací potrubí vedoucí do kotelny vede z chodby ve 4. NP do 5. NP, kde je ukončeno kulovým kohoutem s napojením na kondenzační kotel.

Materiál vnitřního plynovodu bude ocelové závitové potrubí spojené svařováním. Vnější plynovod bude z HDPE 100 SDR 11. Ocelové potrubí bude upevněno pomocí ocelových objímek po vzdálenosti 1,5-2 m dle výkresu plynovodu.

Jako uzávěry budou použity kulové kohouty s atestem na plyn. Před uvedením plynovodu do provozu musí být provedena zkouška těsnosti a pevnosti dle ČSN EN 1775 a TPG 704 01

a revize odběrného zařízení dle vyhlášky č. 85/1978 Sb. Po provedení zkoušek pevnosti a těsnosti bude potrubí natřeno žlutým lakem.

Potrubí vedené v zemi bude uloženo na pískovém loži 150 mm a bude obsypáno pískem o tloušťce 300 mm nad vrchol trubky. Nad potrubím bude uložen signalizační vodič CU.

D.1.9. Zařizovací předměty

V budově budou použity zařizovací předměty podle sestav specifikovaných v legendě. Záchodové mísy budou závěsné s podomítkovou splachovací nádrží GEBERIT. Horní okraj mísy bude 400 mm nad čistou podlahou. Výlevky v úklidových místnostech budou mít také závěsnou mísu a podomítkovou nádrž a směšovací baterii s dlouhým otočným výtokem. U umyvadel a dřezů budou použity stojánkové směšovací baterie. Záchodová mísa v 1. PP sloužící pro tělesně postižené bude závěsná a má horní okraj 450 mm nad podlahou. Umyvadlo pro tělesně postižené bude opatřeno jednopákovou směšovací baterií. Pisoárové mísy budou mít automatické splachovací zařízení. Automatické pračky a myčky nádobí v bytech budou k rohovým ventilům a k zápachovým uzávěrkám s přívzdušňovacím ventilem HL404.1. Smějí být použity jen výtokové armatury zajištěné proti zpětnému nasátí vody podle ČSN EN 1717.

D.1.10. Zemní práce

Zemní práce budou spočívat převážně ve výkopech pro přípojky. Před prováděním zemních prací je nutno, aby provozovatelé jednotlivých sítí sítě vytyčili. Před vytyčením je poloha sítí zakreslena v příslušné dokumentaci provozovatele. V případě odchylky vytyčení od mapových podkladů je nutná konzultace s provozovatelem. Po vlastním vytyčení je možno vyhloubit příslušné stavební rýhy. Rýhy pro přípojky budou mít šířku 1,0 m. Rýhy budou provedeny do úrovně stanovené podélným profilem přípojky. V případě hloubky výkopu větší než 1,3 m je nutné výkop zapažit dle nařízení vlády č. 591/2006 Sb. na dno rýhy bude proveden podsyp v tloušťce 150 mm z pískového lože, který bude zhutněn v požadovaném spádu. Na podsyp bude uloženo samotné potrubí. Potrubí bude následně obsypáno a uloží se na něj vytyčovací vodič. Mocnost vrstvy písku bude 300 mm. Na tuto vrstvu bude položena výstražná páska podle typu přípojky. Celá rýha bude zasypána vykopanou zeminou. Zemina z výkopu bude odkládána ve vzdálenosti 0,5 m do výkopu, aby nedošlo k jeho zasypání. V případě křížení sítí nesmí být využita strojní technika a výkopy budou prováděny ručně, aby nedošlo k poškození vedení. Při křížení a souběhu s jinými sítěmi budou dodrženy vzdálenosti podle ČSN 73 6005, normy ČSN 33 2000-5-52, ČSN 33 2000-5-54, ČSN 33 2160, ČSN 33 3301

a podmínky provozovatelů těchto sítí. Před zasypáním obnažených sítí budou přizváni provozovatelé ke kontrole výsledného stavu a o této kontrole bude proveden zápis do stavebního deníku.

Při provádění zemních prací je nutno dodržet ČSN EN 1610, ČSN EN 805, nařízení vlády č. 591/2006 Sb., další příslušné ČSN, technická pravidla GAS, podmínky provozovatelů podzemních sítí, stavebního a obecního (*městského*) úřadu a zajistit bezpečnost práce.

D2. LEGENDA ZAŘIZOVACÍCH PŘEDMĚTŮ

Označení na výkrese	Popis	Počet sestav
WC	Záchodová mísa závěsná keramická s hloubkovým splachováním Samonosný instalační prvek pro závěsnou záchodovou mísu do předstěny ze SDK s integrovaným nádržkovým splachovačem o objemu 7,5 l Ovládací tlačítko k instalačnímu prvku bílé Záchodové sedátko plastové, bílé	10
WCI	Záchodová mísa závěsná, keramická, s hloubkovým splachováním pro tělesně postižené Samonosný instalační prvek pro závěsnou záchodovou mísu pro tělesně postižené do předstěny ze SDK s integrovaným nádržkovým splachovačem o objemu 7,5 l Ovládací tlačítko ve výšce 30 cm Záchodové sedátko plastové, bílé	1
VL	Závěsná keramická výlevka s hloubkovým splachováním Samonosný instalační prvek pro závěsnou záchodovou mísu do předstěny ze SDK s integrovaným nádržkovým splachovačem o objemu 7,5 l Ovládací tlačítko k instalačnímu prvku bílé Výlevková mříž ocelová, černá Baterie směšovací, páková, s dlouhým výtokem	2
U	Umyvadlo keramické, bílé 550x450 mm Zápachová uzávěrka umyvadlová, plastová, bílá Baterie umyvadlová, stojánková, pochromovaná 2x rohový ventil pochromovaný DN15	8
UI	Umyvadlo keramické, bílé, 550x450 mm Baterie umyvadlová, stojánková, pochromovaná 2x rohový ventil pochromovaný DN15	1
VA	Akrylátová vana, bílá 1700 x 750 mm Zápachová uzávěrka vanová, plastová, s přepadovým kolenem Nástěnná vanová baterie s ruční sprchou, pochromovaná, držák na sprchu Krycí dvířka ocelová 300x300 mm	4
PM	Pisoárová mísa keramická, bílá, se zadním napuštěním osazená automatickým tlakovým splachovačem, zápachovou uzávěrkou a radiálním čidlem Samonosný instalační prvek pro závěsnou pisoárovou mísu do předstěny ze SDK	2
DJ	Dřez jednoduchý, nerezový, vestavěný do kuchyňské linky s odkapávačem Zápachová uzávěrka dřezová, plastová, bílá Baterie dřezová, stojánková, jednopáková, pochromovaná 2x rohový ventil pochromovaný DN15	5
MN	Zápachová uzávěrka pro myčku podomítkové, s přívzdušňovacím ventilem HL404.1 Výtokový rohový ventil DN15	4
AP	Zápachová uzávěrka pro pračku podomítkové, s přívzdušňovacím ventilem HL404.1 Výtokový rohový ventil DN15	4

SEZNAM PŘÍLOH

KANALIZACE

D.K.1	KANALIZACE PŮDORYS 1.PP	1:50
D.K.2	KANALIZACE PŮDORYS 1.NP	1:50
D.K.3	KANALIZACE PŮDORYS 2.NP	1:50
D.K.4	KANALIZACE PŮDORYS 3.NP	1:50
D.K.5	KANALIZACE PŮDORYS 4.NP	1:50
D.K.6	KANALIZACE PŮDORYS 5.NP	1:50
D.K.7	KANALIZACE SPLAŠKOVÁ, ROZVINUTÝ ŘEZ	1:50
D.K.8	KANALIZACE DEŠŤOVÁ, ROZVINUTÝ ŘEZ	1:50
D.K.9	KANALIZACE SPLAŠKOVÁ, PODÉLNÉ ŘEZY	1:50
D.K.10	KANALIZACE DEŠŤOVÁ, PODÉLNÉ ŘEZY	1:50
D.K.11	KANALIZACE SPLAŠKOVÁ, PŘÍPOJKA	1:50
D.K.12	KANALIZACE DEŠŤOVÁ, PŘÍPOJKA	1:50
D.K.13	KANALIZACE – ULOŽENÍ POTRUBÍ V RÝZE	1:50

VODOVOD

D.V.1	VODOVOD PŮDORYS 1.PP	1:50
D.V.2	VODOVOD PŮDORYS 1.NP	1:50
D.V.3	VODOVOD PŮDORYS 2.NP	1:50
D.V.4	VODOVOD PŮDORYS 3.NP	1:50
D.V.5	VODOVOD PŮDORYS 4.NP	1:50
D.V.6	VODOVOD PŮDORYS 5.NP	1:50
D.V.7	VODOVOD AXONOMETRIE	1:50
D.V.8	VODOVODNÍ PŘÍPOJKA	1:50
D.V.9	VODOVOD-ULOŽENÍ POTRUBÍ V RÝZE	1:50

PLYNOVOD

D.P.1	PLYNOVOD PŮDORYS 1.PP	1:50
D.P.2	PLYNOVOD PŮDORYS 1.NP	1:50
D.P.3	PLYNOVOD PŮDORYS 2.NP	1:50
D.P.4	PLYNOVOD PŮDORYS 3.NP	1:50

D.P.5	PLYNOVOD PŮDORYS 4.NP	1:50
D.P.6	PLYNOVOD PŮDORYS 5.NP	1:50
D.P.7	PLYNOVOD AXONOMETRIE	1:50
D.P.8	PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA	1:50
D.P.9	PLYNOVOD – ULOŽENÍ V RÝZE	1:50

SITUACE

D.S.1	SITUACE	1:200
-------	---------	-------

VARIANTA II

D.VII.1	SITUACE, VARIANTA II	1:200
D.VII.2	KANALIZACE, PŮDORYS 1.PP, VARIANTA II	1:50
D.VII.3	VODOVOD AXONOMETRIE, VARIANTA II	1:50

Závěr

V diplomové práci jsem zpracoval řešení zdravotně technických a plynovodních instalací v polyfunkčním domě. V projektu je řešen odvod odpadních vod, zásobování objektu pitnou a srážkovou vodou a přívod zemního plynu ke koncovým zařízovacím předmětům.

Část A analyzuje současné normy pro navrhování vsakovacích a retenčních zařízení. Normy zhodnocuje a porovnává. Dále obecně pojednává o tématu hospodaření se srážkovou vodou a možnostech jejího využití.

Část B řeší varianty návrhu retenčního a vsakovacího zařízení na základě geologického průzkumu a varianty rozvodu provozní vody. U vedlejších variant jsou napsány stručné technické zprávy a k variantě rozvodu vody pouze pro administrativní část je zpracována i dokladová výkresová dokumentace včetně výpočtů. Vyhodnocení u varianty rozvodu provozní vody je i z hlediska ekonomického.

Část C se zaměřuje na jednotlivé instalace v objektu formou výpočtu na úrovni dokumentace pro provedení stavby. Výpočty se zabývají ZTI a plynovodními instalacemi, včetně všech potřebných návrhů součástí systému.

Část D tvoří technická zpráva, legenda zařízovacích předmětů a projektová dokumentace. Dokumentace je zpracována ve formě výkresů, které jsou přiloženy samostatně k diplomové práci.

Seznam použitých zdrojů

- [1] Portál ČHMÚ : Historická data : Počasí : Mapy charakteristik klimatu. Portál ČHMÚ : Home [online]. [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu#>
- [2] Portál ČHMÚ : Historická data : Počasí : Územní srážky. Portál ČHMÚ : Home [online]. [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>
- [3] TZB-info: Srážková voda [online]. [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda>
- [4] Jaká je kvalita srážkové vody : ASIO, spol. s r.o.. Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu | ASIO.cz [online]. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/jaka-je-kvalita-srazkove-vody>
- [5] Vyhláška č. 501/2006 Sb, o obecných požadavcích na využívání území. In: Sbírka zákonů. 27. 12. 2006. ISSN 1211-1244.
- [6] HLAVÍNEK, Petr a kol. Hospodaření s srážkovými vodami v urbanizovaném území. 1. vyd. Editor Jiří Kubík. Brno: Ardec, 2007, 164 s.
- [7] ING. DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání srážkové vody (I) [online]. [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3902-vyuzivani-destove-vody-i-kvalita-a-cisteni>
- [8] BÖSE, Karl-Heinz. Srážková voda pro dům a zahradu. Ostrava: HEL, 1999. ISBN isbn80-86167-08-9.
- [9] BioCasaZero - Tunnel infiltrazione Twin. [online]. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: <https://www.biocasazero.it/bio/it/impianti/infiltrazione/tunnel-infiltrazione-twin.html>
- [10] Retenčné nádrže. Plastové a laminátové odpadové nádrže, žumpy a okrasné sudy [online]. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: <http://www.kvalitnejimky.sk/8720/retencne-nadrze/>
- [11] Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu | ASIO.cz [online]. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: http://www.asio.cz/?download=_/materialy-as-purain/pip_as-purain_2015-04-14.pdf
- [12] Čistírny odpadních vod (ČOV), úprava vody a čištění vzduchu | ASIO.cz [online]. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: http://www.asio.cz/?download=_/materialy-as-purain/pip_as-purain_2015-04-14.pdf
- [13] FILTRACE, ÚPRAVA VODY | FILTRY HYDRA RAINMASTER | Vodní filtr HYDRA TRIO 1" RSH 50mcr + 2x prázdná nádoba BX(SX) 8BAR | Aquatopshop - Voda, topení, plyn, sanita, zahrada. Aquatopshop - Voda,

- topení, plyn, sanita, zahrada [online]. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: <https://www.aquatopshop.cz/Vodni-filtr-HYDRA-TRIO-1-RSH-50mcr-2x-prazdna-nadoba-BX-SX-8BAR-d1562.htm>
- [14] purway. Wir filtern es. Wasserfilter Trinkwasserfilter Patronen [online]. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: https://www.purway.de/AF_General_Katalog.pdf
- [15] ING. DVOŘÁKOVÁ, Denisa. Využívání srážkové vody (II) [online]. [cit. 2017-12-29]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>
- [16] Bola. Měřicí, regulační a topenářská technika | Bola [online]. [cit. 29.12.2017]. Dostupné z: <https://www.bola.cz/automaticka-tlakova-stanice-wilo-cor-1-mhie-205-2g>
- [17] TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013
- [18] ČSN ČSN 75 9010. Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [19] Vsakovací tunely Garantia - Nicoll česká republika [online]. [cit. 30.12.2017]. Dostupné z: http://www.nicoll.cz/images/Katalogy/GARANTIA/produktovy_list_garantia_twin_2017.pdf
- [20] Vsakovací blok EcoBloc Inspect -- Nicoll česká republika [online]. [cit. 30.12.2017]. Dostupné z: http://www.nicoll.cz/images/navody/GARANTIA/Navod_Eco_Bloc_2016.pdf
- [21] Bytové vodoměry, suchoběžný vodoměr | ENBRA. Plynové kotle, tepelná čerpadla, ohříváče vody | ENBRA [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <http://www.enbra.cz/produkty/vodomery/bytove-vodomery>
- [22] HYDRA RAINMASTER TRIO RLH CB/EC 3/4" Hauswasserfilter Brunnenwasser Hauswasser. purway | Wir filtern es | Wasserfilter Trinkwasserfilter Patronen [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <https://shop.purway.de/WASSERFILTERSYSTEME-Brunnen-Wasserfilter-HYDRA-RAINMASTER-TRIO-RLH-CB-EC-3-4%E2%80%9D-Hauswasserfilter-Brunnenwasser-Hauswasser.html>
- [23] Wilo-RainSystem AF Comfort | Wilo. 301 Moved Permanently [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: https://wilo.com/cz/cs/V%C3%BDrobky-a-pou%C5%BEit%C3%AD/Hled%C3%A1n%C3%AD-konstruk%C4%8Dn%C3%AD-%C5%99ady/Wilo-RainSystem-AF-Comfort_22.html

- [24] Národní program Životní prostředí - Výzva č. 6/2017 „Dešťovka“. Dotace EU | Dotace z EU na klíč [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <http://www.dotacni.info/narodni-program-zivotni-prostredi-vyzva-c-62017-destovka/>
- [25] Wilo-RainSystem AF Comfort | Wilo. 301 Moved Permanently [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: https://wilo.com/cz/cs/V%C3%BDrobky-a-pou%C5%BEit%C3%AD/Hled%C3%A1n%C3%AD-konstruk%C4%8Dn%C3%AD-%C5%99ady/Wilo-RainSystem-AF-Comfort_22.html
- [26] Jemný filtr na cirkulaci. Honeywell [online]. [cit. 30.12.2017]. Dostupné z: https://products.ecc.emea.honeywell.com/cz/ecatdata/pg_fk06.html
- [27] Alwa-Kombi4, Regulační ventil pro cirkulaci teplé vody. Honeywell [online]. [cit. 30.12.2017]. Dostupné z: https://products.ecc.emea.honeywell.com/cz/ecatdata/pg_alwa-kombi-4.html
- [28] STAD-R Vyvažovací Ventily. [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/vyva%C5%BEov%C3%A1n%C3%AD-regulace-a-pohony/vyva%C5%BEovac%C3%AD-ventily/vyva%C5%BEovac%C3%AD-ventily/STAD-R/eddbb941-cbd2-4543-92d7-4a6f2c0b8211>
- [29] Systém Ekoplastik | Řešení vnitřní instalace. online]. Dostupné z: <https://www.wavin.com/cs-cz/Katalog/Pitna-voda/Vnitri-instalace/System-Ekoplastik>
- [30] Ama-Drainer-Box | KSB. [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <https://www.ksb.com/ksb-cz/vyroby-a-sluzby/technicka-zarizeni-budov/odvodnovaci-systemy/ama-drainer-box/>
- [31] Přečerpávací zařízení KSB Ama-Drainer-Box[online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <https://www.e-cerpadla.cz/precerpavaci-zarizeni-ksb-amadrainerbox-mini-230-akce-p-8098.html>
- [32] Wilo-RainSystem AF 150 | Wilo. [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: https://wilo.com/cz/cs/V%C3%BDrobky-a-pou%C5%BEit%C3%AD/Hled%C3%A1n%C3%AD-konstruk%C4%8Dn%C3%AD-%C5%99ady/Wilo-RainSystem-AF-150_102.html
- [33] MEIBES s.r.o. | Membránové pojistné ventily pro systémy TV. MEIBES s.r.o. | spolehlivé systémy pro kotelny [online]. Dostupné z: <http://www.meibes.cz/ventily-pojistne-a-smesovaci/pojistne-ventily-pro-systemy-vytapeni-a-tv-zavitove/membranove-pojistne-ventily-pro-systemy-tv>

- [34] Wilo-Star-Z | Wilo. [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: https://wilo.com/cz/cs/V%C3%BDrobky-a-pou%C5%Beit%C3%AD/Hled%C3%A1n%C3%AD-konstruk%C4%8Dn%C3%AD-%C5%99ady/Wilo-Star-Z_73.html
- [35] Wilo-Star-Z | Wilo. [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: https://wilo.com/cz/cs/V%C3%BDrobky-a-pou%C5%BEit%C3%AD/Hled%C3%A1n%C3%AD-konstruk%C4%8Dn%C3%AD-%C5%99ady/Wilo-Star-Z_73.html
- [36] Domovní a průmyslové vodoměry a průtokoměry | ENBRA. Plynové kotle, tepelná čerpadla, ohříváče vody | ENBRA [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <http://www.enbra.cz/produkty/vodomery/domovni-a-prumyslove-vodomery-a-prutokomery>
- [37] Luna Duo-tec MP+ - BAXI. Plynové kotle BAXI - BAXI [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <http://www.baxi.cz/kondenzacni-plynove-kotle-xl/luna-duo-tec-mp-plus/>
- [38] OKC NTR/BP | Družstevní závody Dražice - strojírna. Ohříváče a zásobníky teplé vody, bojlerů Dražice [online]. [cit. 10.01.2018]. Dostupné z: <http://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-bp>

Seznam tabulek

Tabulka 1: Požadavky na složení srážkových vod [7]	24
Tabulka 2: Návrhová periodičita srážek pro dimenzování vsakovacích zařízení [18]	34
Tabulka 3: Hydrologická bilance mezi přítokem a odtokem do vsakovacích či retenčních objektů různých typů [17].....	35
Tabulka 4: Orientační rozdělení horninového prostředí (zeminy) [18]	37
Tabulka 5: Orientační rozdělení horninového prostředí (horniny) [18].....	37
Tabulka 6: Součinitel odtoku srážkových vod[18]	40
Tabulka 7: Koeficient nátoku dle FprEN 16941-1 [19].....	44
Tabulka 8: Koeficient nátoku dle DIN 1989-1[20].....	46
Tabulka 9: Potřeba vody dle DIN 1989-1	46
Tabulka 10: Porovnání koeficientů nátoku	48
Tabulka 11: Výpočet objemu retenční nádrže, varianta I.I	54
Tabulka 12: Výpočet objemu retenční nádrže, Varianta I.II.....	54
Tabulka 13: Výpočet objemu retenční nádrže, varianta I.III	56
Tabulka 14: Výpočet objemu retenční nádrže, varianta II	59
Tabulka 15: Zásobování provozní vodou, varianta II	64
Tabulka 16: Zásobování provozní vodou, varianta 3.	65
Tabulka 17: Výpočet roční úspory	67
Tabulka 18: Výpočet návratnosti	68
Tabulka 19: Hydraulické posouzení studené vody, varianta II	71
Tabulka 20: Hydraulické posouzení srážkové vody, varianta II.....	72
Tabulka 21: Výpočet objemu retenční nádrže.....	77
Tabulka 22: Stanovení sledovaných indikátorů.....	78
Tabulka 23: Procentuální rozdělení potřeby tepla během periody pro byty	113
Tabulka 24: Procentuální rozdělení potřeby tepla během periody pro administrativu.....	114
Tabulka 25: Procentuální rozdělení potřeby tepla během periody pro administrativu a byty celkově	114
Tabulka 26: Návrh retenční nádrže:.....	131

Seznam obrázků

Obrázek 1: Srážková mapa ČR v roce 2016 [1].....	19
Obrázek 2: Úhrn srážek v roce 2016 v ČR [2]	20
Obrázek 3: Využití srážkové vody na denní činnosti [6]	23
Obrázek 4: Sicker tunnel na retenci a vsakování srážkové vody [9].....	26
Obrázek 5: Jímka na vodu o objemu 5 300l [10].....	27
Obrázek 6: Systém filtrace AS_PURAIN [12].....	28
Obrázek 7: Filtrační systém HYDRA Rainmaster DUO a TRIO [14].....	29
Obrázek 8: Automatická tlaková stanice WILO COR-1 MHIE 205-2G [16].....	30
Obrázek 9: Vsakovací zkouška [18].....	38
Obrázek 10: Odstupové vzdálenosti od budov [18].....	39
Obrázek 11: Volný výtok [19].....	43
Obrázek 12: Vsakovací tunel Garantia rozměry [19].....	53
Obrázek 13: Kombinace tří vsakovacích tunelů vedle sebe [19]	53
Obrázek 14: Vsakovací blok EcoBloc Inspect [20].....	55
Obrázek 15: Situace	57
Obrázek 16: Situace 2	61
Obrázek 17: Vývoj ceny vodného a stočného na Kroměřížsku	66
Obrázek 18: Automatická tlaková stanice Wilo Rainsystem Comfort	70
Obrázek 19: Křivka ztrát vodoměru Enbra ET I [21].....	73
Obrázek 20: Schéma rozvodu vody I	92
Obrázek 21: Schéma teplé vody I Obrázek 22: Schéma teplé vody II	94
Obrázek 23: Tlakové ztráty nerezové vložky filtru HYDRA[22].....	100
Obrázek 24: Tlakové ztráty polypropylenové vložky filtru HYDRA[22]	100
Obrázek 25: Schéma provozní vody	100
Obrázek 26: Ztráta filtru na cirkulaci[26]	104
Obrázek 27: Schéma cirkulace	104
Obrázek 28: Nastavení termostatického regulačního ventilu[27]	110
Obrázek 29: Nastavení regulačního ventilu [28]	112
Obrázek 30: Graf potřeby tepla	115
Obrázek 31: Vzdálenost podpor [29]	116
Obrázek 32: Vzdálenost pevných bodů [29]	116
Obrázek 33: Velikost prodloužení [29]	116
Obrázek 34: Velikost pružného ramene [29].....	117
Obrázek 35: Délka U kompenzátoru [29].....	117
Obrázek 36: Ama-drainer-box [30].....	129
Obrázek 37: Ama-drainer-box posouzení[31]	130
Obrázek 38: AT stanice Wilo Rainsystem AF150 [32].....	135
Obrázek 39: AT stanice Wilo Rainsystem AF150 - posouzení	136
Obrázek 40: Filtr AS-PURAIN [11].....	137
Obrázek 41: Filtr HYDRA Rainmaster DUO [22].....	137
Obrázek 42: Tlakové ztráty nerezové vložky filtru HYDRA [22].....	138
Obrázek 43: Tlakové ztráty polypropylenové vložky filtru HYDRA [22]	138
Obrázek 44: Graf potřeby tepla	139
Obrázek 45: Pojistný ventil MEIBES [33].....	139
Obrázek 46: Cirkulační čerpadlo WILO Star-Z 25/6 [34].....	140

Obrázek 47: Wilo star-Z 25/6 – posouzení [35].....	141
Obrázek 48: Filtr na cirkulaci [26]	141
Obrázek 49: Vodoměr ENBRA Altair V3 [36]	142
Obrázek 50: Vodoměr ENBRA ET I [21].....	142
Obrázek 51: Kotel BAXI Luna DUO-TEC MP+ 1.50 [37].....	146
Obrázek 52: Ama-Drainer-Box [30].....	147
Obrázek 53: Wilo Rainsystem AF150 [32]	148
Obrázek 54: Zásobník vody Dražice [38]	149
Obrázek 55: Cirkulační čerpadlo Wilo Star Z 25/6 [35]	150
Obrázek 56: ENBRA Altair V3 [36]	151
Obrázek 57: ENBRA ET I [21]	152
Obrázek 58: BAXI Luna DUO-TEC MP+ [37].....	153

Seznam použitých zkratk

ČSN	česká technická norma
EN	evropská norma
DU	výpočtový odtok
Q _A	jmenovitý výtok
EA	ochranná jednotka proti zpětnému nasátí vody
HL	Hutterer & Lechner – zápachové uzávěrky
DN	jmenovitá světlost
PPR	plastový potrubní systém z polypropylénu
PVC – KG	polyvinylchlorid – beztlakový kanalizační systém určený do země
PP – HT	polypropylen – odpadní systém uvnitř budov
HDPE SDR	vysokohustotní polyetylén pro tlakové rozvody do země
ZTI	zdravotně technické instalace